Matematyka w geografii
cz. 1. *Geografia fizyczna*

Opracowała Anna Kodyniak

Spis treści:

1. KARTOGRAFIA

- **Przeliczanie skal: liczbowej, mianowanej, liniowej**

  Skala liczbowa przedstawiana jest ZAWSZE w cm lecz NIE PODAJE SIĘ miana np. **1:250 000**. Zgodnie z definicja należy to rozumieć w następujący sposób: 1 **cm** na mapie **odpowiada** 250 000 **cm** w rzeczywistości.
  Uwaga! Przy zapisie skali nie wolno stosować znaku „=”. Jest to błąd rzeczowy. Dopuszczalne zapisy skali:
  1 : 250 000
  1 – 250 000

  Skala mianowana polega na tym, że obie części skali muszą mieć miana.
  Należy pamiętać o tym, że:
  1m = 100cm
  1km = 1000m = 10 000cm
  Wiedząc o tym zamieniamy skalę liczbową na mianowaną np.
  1 : 250 000 skala liczbowa.
  Skale mianowane:
  1cm : 2500 m (bo jeżeli 1 m = 100 cm to 250 000 cm = 2 500 m)
  1cm : 2,5 km (bo jeżeli 1 km = 1000 m to 2 500 m = 2,5 km)

  Skala liniowa to rysunkowy obraz skali. Najlepiej tworzyć ją ze skali mianowanej. Rysujemy oś i zaznaczamy odcinki co 1 cm (kreski musza znajdować się tylko nad osią!)

  Opisujemy ją tylko u góry. Jeżeli skala mianowana wygląda tak: 1cm – 2,5 km to zaczynając od 0 co każdy cm dodajemy 2,5 km
  0 2,5 5 7,5 10 km

  Uwaga! Miano (m lub km) piszemy tylko na końcu skali liniowej!

- **Tworzenie skali polowej**

  Skala ta służy do przeliczania pól powierzchni. Zawsze, jeżeli w treści zadania pojawia się jakieś pojęcie związane z powierzchnią (np. obszar lasu, parku, pole itp.) należy użyć tej skali. W treści zadania nigdy nie podaje się skali polowej. Należy samemu ją obliczyć podnosząc skalę mianowana do kwadratu (każdy element tej skali!)
  Np.:
  Skala mianowana: 1cm – 2500m
  Skala polowa: 1cm^2 – 6250000m^2
  (bo 1x1=1, cmxcm=cm^2, 2500x2500=6250000, mxm=m^2)

- **Obliczanie odległości, powierzchni rzeczywistych na podstawie mapy w podanej skali**

  Do tych obliczeń potrzebna jest umiejętność układania proporcji. Przy układaniu proporcji pamiętaj, że skala to odległość na mapie do odległości w rzeczywistości.
  M – RZ
  (mapa – rzeczywistość)

Obliczanie odległości rzeczywistej na podstawie mapy.

W zadaniu masz podaną skalę mapy (lub należy ją odczytać z mapy topograficznej). W pierwszym wierszu podajemy skalę mianowaną, w drugim – dane z zadania (pamiętaj, że odległość na mapie należy podpisać pod M a odległość w rzeczywistości pod RZ.

Przykład zadania

Oblicz w rzeczywistości odległość między miastami A i B, jeżeli na mapie w skali 1:250 000 odległość ta wynosi 3 cm

1) zamieniam skalę liczbową na mianowaną

   M – RZ

   1 cm – 2,5 km
2) układam proporcję

   M – RZ

   Skala 1 cm – 2,5 km *(1cm na **mapie** odpowiada 2,5 km w **rzeczyw**.)*

   Dane 3 cm – X *(3 cm na **mapie** ile to km w **rzeczywistości**)*
3) układam równanie

   $$X = \frac{3cm x 2,5km}{1cm}$$
4) obliczam i podaje wynik

   X = 7,5 km

   Odp. Odległość między miastami A i B w rzeczywistości wynosi 7,5 km

   Pamiętaj! Zawsze pisz jednostki (miana) – zarówno w równaniu jak i podając wynik obliczeń

Przykład zadania maturalnego.

Pomiędzy jeziorami Hańcza i Kamenduł leży punkt wysokościowy 261,3 m n.p.m.. Odległość tego punktu od zachodniego brzegu jeziora Kamenduł na mapie wynosi 3,4 cm. Oblicz tę odległość w km. (skala mapy odczytana z załączonej mapy topograficznej 1: 50 000)

1cm – 500 m

3,4 cm – X

$$X = \frac{3,4cm x 500m}{1cm} = 1700m = 1,7 km$$

Odp. Odległość ta wynosi 1,7 km

Obliczanie powierzchni rzeczywistych na podstawie mapy

Przy takich zadaniach najpierw musisz zamienić skalę mianowana na skalę polową. Reszta czynności jest taka sama jak przy obliczaniu odległości tylko do proporcji stosuje się skalę polową (**nie mianowaną!)**

Przykład zadania

Oblicz rzeczywistą powierzchnię jeziora, które na mapie w skali 1:30 000 zajmuje powierzchnię 4cm^2

1) zamieniam skalę liczbową na mianowaną

   1:30 000

   1cm – 300m
2) zamieniam skalę mianowana na skalę polową

   1cm – 300m

   1cm^2 – 90 000m^2
3) układam proporcję

   M – RZ

   Skala 1cm^2 – 90 000m^2

Dane $4cm^2$ – X

4) piszę równanie

$$X = \frac{4cm^2 \; x90000m^2}{1cm^2}$$

5) dokonuję obliczeń i zapisuję wynik

$X = 360000m^2$

Odp. Powierzchnia jeziora w rzeczywistości wynosi 360 000 m^2

Przykładowe zadanie maturalne:

Powierzchnia rezerwatu „Wielkie Torfowisko Batorowskie" wynosi na załączonej mapie turystycznej 1,6 cm^2.

Oblicz powierzchnię tego rezerwatu w terenie. Zapisz wykonywane obliczenia. Wynik podaj w km^2.

Skala odczytana z mapy to 1:50 000

1cm – 0,5 km *(skala mianowana)*

$1cm^2$- 0,25 km^2 *(skala polowa)*

$1,6cm^2$ – X

$$X = \frac{1,6cm^2x0,25km^2}{1cm^2} = 0,4km^2$$

- **Obliczanie skali mapy na podstawie podanej odległości, powierzchni rzeczywistej i odczytanej z mapy**

Nie znam skali mapy. Nie mogę więc powiedzieć jaka odległość (powierzchnia) w rzeczywistości odpowiada 1cm ($1cm^2$).

M – RZ

1cm – X

lub w przypadku skali polowej

$1cm^2$ – X

Przykładowe zadanie:

Jaka jest skala mapy, na której odległość między miastami A i B wynosi 4 cm, gdy w rzeczywistości miasta te leżą w odległości 36 km

1) Układam proporcję

M – RZ

Skala 1cm – X

Dane 4 cm – 36 km

2) Zapisuje równanie

$$X = \frac{1cmx36km}{4cm}$$

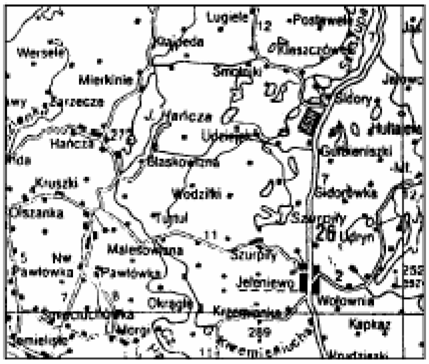
3) Dokonuję obliczeń i zapisuję wynik

X = 9 km

Otrzymuję skalę 1cm – 9km (lub w postaci skali liczbowej 1:900000)

Przykładowe zadanie maturalne:

Poniżej zamieszczono fragment mapy z atlasu samochodowego Polski, przedstawiający fragment Suwalskiego Parku Krajobrazowego, taki jak na dołączonej mapie topograficznej. Odległość zmierzona pomiędzy tymi samymi punktami na obu mapach wynosi odpowiednio 18 cm (na topograficznej) i 3 cm (na samochodowej). Podaj skalę mapy samochodowej.



Skala ....

Skala mapy Suwalskiego Parku Krajobrazowego odczytana z załączonej mapy topograficznej wynosi 1:50 000

1 cm – 500 m

18 cm – X

X = $\frac{18cm x 500m}{1cm}$ = 9000m=9km

Rzeczywista odległość między tymi punktami wynosi 9 km. Teraz mogę obliczyć skalę mapy samochodowej, wiedząc, że na tej mapie odległość między tymi samymi punktami wynosi 3cm

1cm – X *(skala mapy)*

3cm – 9 km

X = $\frac{1cm x 9km}{3cm}$ = 3km

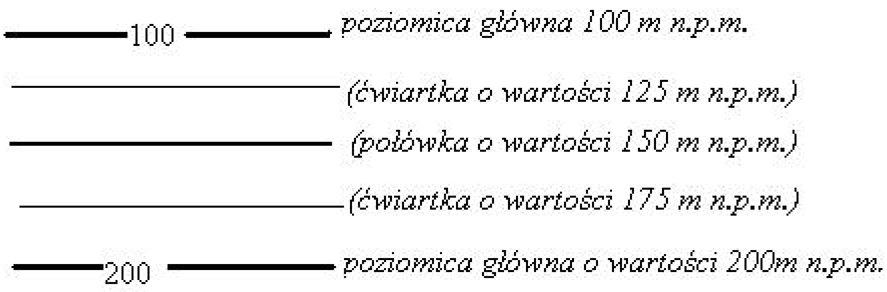
Obliczona skala mianowana 1cm – 3km

Zamieniam na skalę liczbową 1: 3 00 000

Odp. Skala mapy samochodowej wynosi 1:300 000

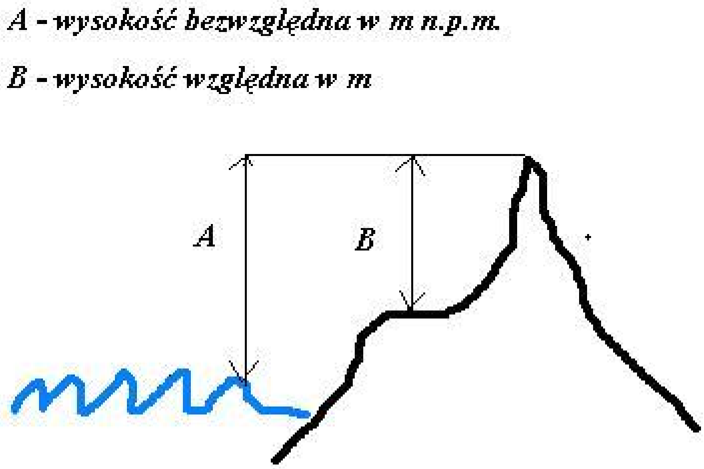
- **Określanie cięcia poziomicowego, wysokości bezwzględnej i względnej danego punktu**

Cięcie poziomicowe – wartość co jaką prowadzone są główne poziomice na mapie topograficznej

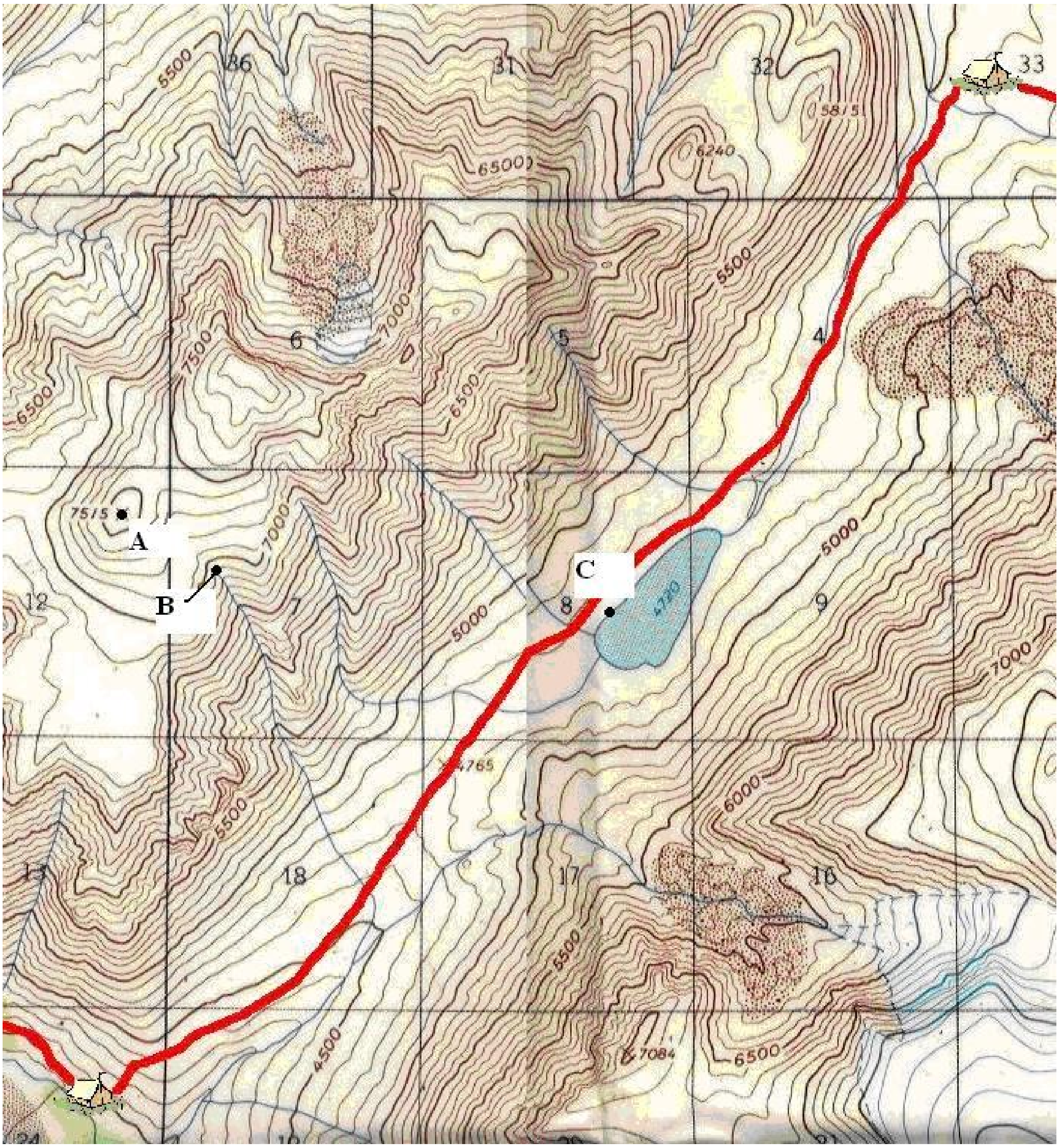


Poziomice poprowadzono co 25m
Ciecie warstwicowe wynosi 100m, bo tyle wynosi różnica między poziomicami głównymi

Określanie wysokości bezwzględnej (wysokości n.p.m.) i względnej



Na mapach topograficznych zaznaczamy wysokość bezwzględną za pomocą poziomic i punktów wysokościowych.
Np.:
Na poniższej mapie zaznaczono trzy punkty (A, B, C). Odczytaj z mapy wysokość bezwzględną tych punktów
(Wyniki i wyjaśnienie znajduje się pod schematem).
Wysokość względna jest to wysokość względem jakiegoś punktu (np. od podstawy do wierzchołka góry); jest ona na ogół różnicą wysokości bezwzględnych. Zawsze jest podawana w metrach! Określa np. różnicę wysokości jaką musi pokonać turysta znad brzegu jeziora aby wejść na szczyt A.
Aby obliczyć taką wysokość musimy określić wysokości bezwzględne dwóch punktów i obliczyć różnicę wysokości między nimi.
Punkt A – 7515 m n.p.m.
Brzeg jeziora - 4720 m n.p.m.
Wysokość względna = 7515 **m n.p.m.** – 4720 **m n.p.m.** = 2795 **m**
Uwaga! Przy równaniu należy pamiętać o jednostkach! Brak miana jest jednoznaczny z błędnym obliczeniem



Punkt A – 7515 m n.p.m. *(to punkt wysokościowy - szczyt)*
Punkt B – 6900 m n.p.m. *(punkt leży na poziomicy. Poziomice główne poprowadzono co 500 m a pozostałe co 100m. Teren wznosi się od doliny z jeziorem aż do punktu A. Źródło potoku, którym zaznaczono punkt B leży na pierwszej poziomicy poniżej 7000 m n.p.m.)*
Punkt C – 4720 m n.p.m. *(punkt C leży na brzegu jeziora. Najbliższą poziomicą jest 4800. Nie ma też poziomicy 4700. stąd wniosek, że jezioro leży między tymi wysokościami. Na jeziorze zaznaczono wysokość bezwzględną kolorem niebieskim, na której znajduje się lustro wody (Uwaga! Często w ten sposób zaznacza się głębokość jeziora wiec trzeba uważać. W tym przypadku nie może być to głębokość bo tak głębokich jezior nie ma na świecie). Gdyby tych danych nie było wybrałabym wysokość najbardziej zbliżona do prawdziwej).*

Przykładowe zadanie maturalne

Oblicz wysokość względną między położonym na wysokości 1,5 m n.p.m. lustrem wody Jeziora Żarnowieckiego a szczytem Góry Zamkowej, na której znajduje się punkt widokowy i grodzisko. Zapisz obliczenia.

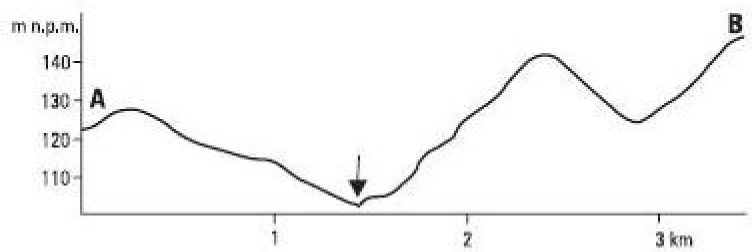
Fragment mapy topograficznej Okolice Jeziora Żarnowieckiego w skali 1:50 000 załączonej do arkusza maturalnego z geografii w maju 2007. Źródło: CKE

Wysokość bezwzględna Góry Zamkowej odczytana z mapy 102,4 m n.p.m.
Wysokość bezwzględna lustra wody 1,5 m n.p.m.
Obliczanie wysokości względnej:
102,4m n.p.m. – 1,5m n.p.m. = 100,9m
Odp. Wysokość względna pomiędzy lustrem wody a Górą Zamkową wynosi 100,9m

- **Obliczanie przewyższenia profilu topograficznego**

$$P = \frac{skala\_pionowa}{skala\_pozioma}, \text{ gdzie}$$

Skala pozioma jest skalą mianowaną przedstawioną w metrach. Jest to skala mapy topograficznej, której dotyczy profil topograficzny
Skala pionowa to wartość o jaką rosną wysokości bezwzględne na osi pionowej profilu co 1 cm
Np.:



1cm – 1000m *(skala pozioma)*

Przyjmijmy, że na osi wysokości zaznaczono wartości co 1 cm, wtedy skala pionowa wyniosłaby 1cm – 10m (gdyż wartości wysokości n.p.m. rosną o 10 m co 1cm)
Obliczam przewyższenie

$$\frac{1cm}{10m} : \frac{1cm}{1000m} = \frac{1cm}{10m} \text{ x } \frac{1000m}{1cm} = \mathbf{100}$$

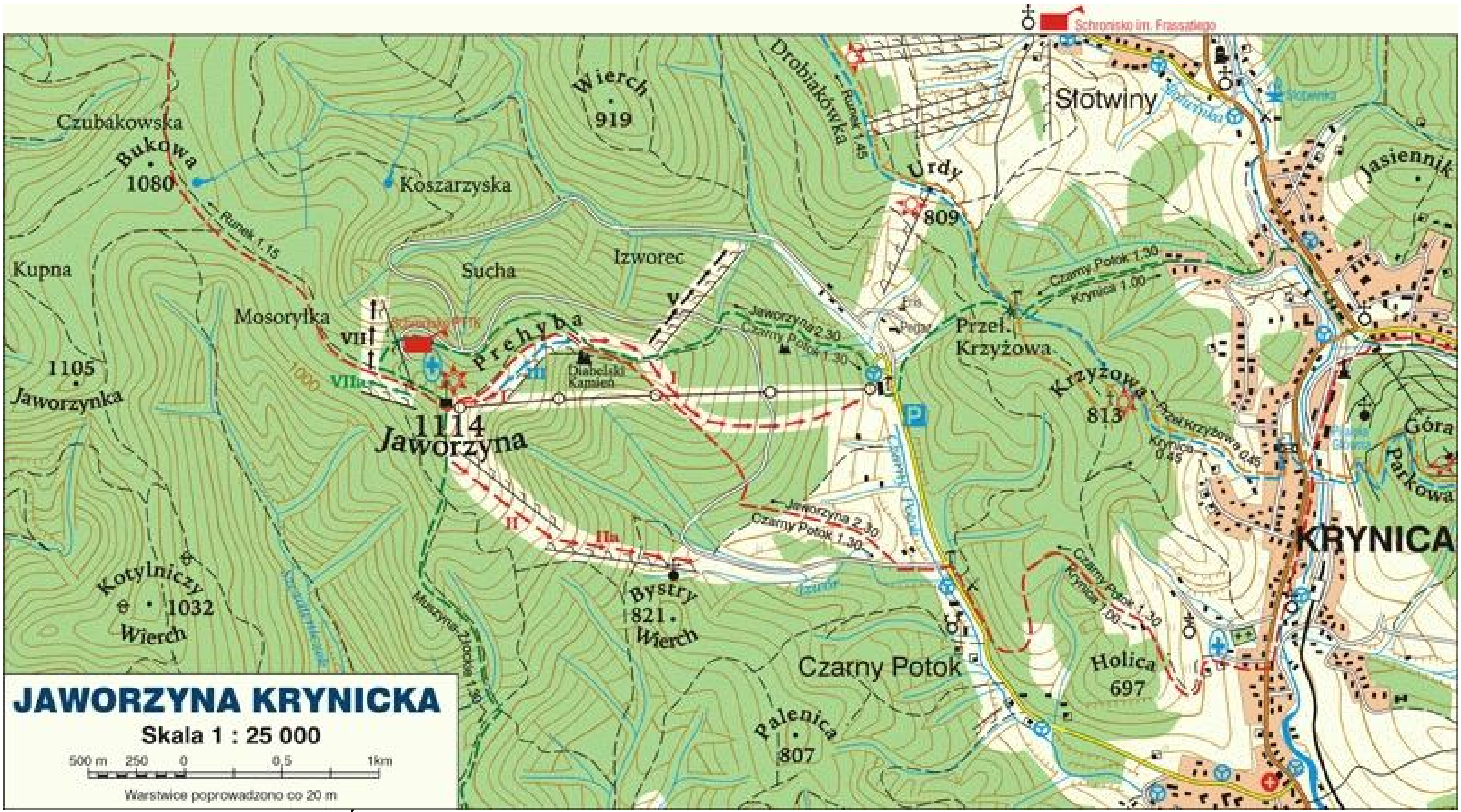
- **Obliczanie spadku terenu, spadku rzeki**

$$S = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d} \ [\text{m}]$$

gdzie $h_{max} – h_{min}$ to różnica wysokości w metrach, d to odległość między punktami w metrach.
Jeżeli wynik chcemy podać w % lub w ‰ to korzystamy ze wzoru:

$$S = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d} \text{ x } 100\% \qquad\qquad S = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d} \text{ x } 1000‰$$

Na ogół zadania tego typu dotyczą mapy topograficznej. Należy np. obliczyć spadek terenu jaki pokonuje kolejka linowa lub spadek rzeki od jakiegoś punktu (źródło, most) po ujście. Najpierw musimy odczytać wysokości bezwzględne tych dwóch punktów z mapy i wtedy otrzymamy ***h**max* (punkt położony wyżej) i ***h**min* (punkt położony niżej). Następnie należy zmierzyć odległość miedzy punktami na mapie (np. linijką) a wynik (***d)*** tego mierzenia przeliczyć w skali mapy i zapisać w metrach
Przykład zadania:
Oblicz spadek terenu jaki pokonuje kolejka gondolowa na Jaworzynę
a) różnica wysokości jaką pokonuje kolejka gondolowa na Jaworzynę
h_{max} - 1114 m n.p.m *(stacja górna kolejki)*
h_{min}- .- 640 m n.p.m. *(stacja dolna kolejki)*
h_{max} - h_{min} = 1114 **m n.p.m**.- 640 **m n.p.m**. = 474**m**
b) długość kolejki wyliczona na podstawie mapy



Źródło mapy - http://cit.com.pl/mapy/jaworzyna-krynicka.jpg

Fragment mapy Jaworzyna Krynicka w skali 1:25 000

Długość kolejki na mapie – 6,8 cm
Długość kolejki w rzeczywistości:
1cm – 250m
6,8cm – X

X= $\frac{6{,}8cm x 250m}{1cm}$ =1700m   d = 1700m

Spadek terenu jaki pokonuje kolejka

$$S = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d} \text{ x } 100\%$$

S = $\frac{474m}{1700m}$ x100%   S = 27,88%

- **Obliczanie rozciągłości południkowej i równoleżnikowej danego obszaru**

Najpierw wyznaczamy punkty najbardziej wysunięte na N, S, W i E danego obszaru. Podajemy szerokości geograficzne punktów wysuniętych najbardziej na N i S. Odejmujemy od siebie te szerokości. Wynik w ° (stopniach) i ‘ (minutach) jest rozciągłością południkową
Wyznaczamy długości geograficzne punktów wysuniętych na W i E, obliczamy różnicę tych długości. Wynik jest rozciągłością równoleżnikową
Przykładowe zadanie:
Oblicz rozciągłość południkową i równoleżnikową Polski.

Punkt najbardziej wysunięty na N - 54°50’ szer. geogr. N
Punkt najbardziej wysunięty na S - 49°00’ szer. geogr. N
Rozciągłość południkowa **54°50’ - 49°00’ = 5°50’**

Punkt najbardziej wysunięty na E - 24°08’ dł. geogr. E
Punkt najbardziej wysunięty na W - 14°07’ dł. geogr. E
Rozciągłość równoleżnikowa **24°08’ - 14°07’ = 10°01’**

- Określanie współrzędnych geograficznych na podstawie mapy – to potrafi każdy więc pomińmy ten punkt

2. ZIEMIA W UKŁADZIE SŁONECZNYM

- **Obliczanie czasu słonecznego (miejscowego) i strefowego określonego miejsca na Ziemi na podstawie podanych długości geograficznych**

Czas słoneczny = miejscowy = lokalny. Jest wyznaczony przez wędrówkę Słońca po widnokręgu. Wszystkie punkty położone na tym samym południku mają ten sam czas słoneczny. Wynika z tego, że różnica czasu słonecznego zależy od odległości kątowej między danymi punktami (inaczej mówiąc zależy od różnicy długości geograficznej między tymi punktami)

Ziemia obraca się o 360° w czasie 24 godzin
15° w czasie 1h
1° w czasie 4’

Ziemia obraca się z zachodu na wschód. Wynika z tego że na wschodzie jest zawsze później niż na zachodzie (jeżeli w Poznaniu jest 14.00 to na wschód od

Poznania jest godzina późniejsza a na zachód od Poznania nie ma jeszcze 14.00 czasu słonecznego).

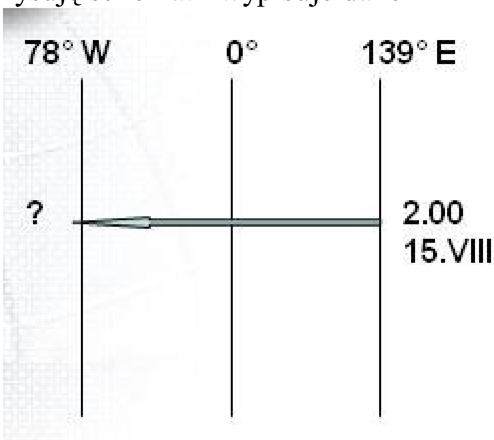
Schemat obliczania zadań
1) wypisać dane i narysować schemat
2) obliczyć różnicę długości geograficznych
3) zamienić tę różnicę na czas (wynik to różnica czasu między dwoma miejscowościami) używając zależności:
   360° - 24h
   15° - 1h (60 minut)
   1° - 4’ (4 minuty)
4) obliczyć godzinę, która jest w danym miejscu pamiętając o tym żeby dodać różnicę czasu udając się na wschód bądź odjąć udając się na zachód
5) jeżeli w treści zadania znajdują się informacje dotyczące lotu samolotem, rejsu statkiem itp. **zawsze należy** do wyniku z pkt 4) **dodać** czas trwania rejsu, lotu itp.

Przykładowe zadanie

Przykład

Oblicz która godzina czasu słonecznego jest w Nowym Jorku (78°W), jeżeli w Tokio (139°E) jest 2^{00} *w dniu 15.VIII.*

1) rysuję schemat i wypisuje dane



2) obliczam różnicę długości geograficznej
   Miejscowości znajdują się na różnych półkulach, więc różnica długości geograficznej jest sumą tych długości (od 139° do 0° i od 0° do 78°)

   139° + 78° = 217°

3) zamieniam tę różnicę długości geograficznej na różnicę czasu
   Jeżeli 15° - 1h
   To 217° - X
   X = $\frac{217° x 1h}{15°}$ = **14h** i 7° reszty, (bo 15x14=210 a 217 – 210 = 7)

   Jeżeli 1° - 4’
   To 7° - X
   X = $\frac{7° x 4'}{1°}$ = **28’**

Ziemia obróci się o 217° w czasie 14h i 28'
Uwaga! Licząc na kalkulatorze należy pamiętać, że liczy on w systemie dziesiętnym natomiast zarówno stopnie jak i godziny liczone są w systemie sześćdziesiętnym. Jeżeli podzielicie 217:15 na kalkulatorze wyjdzie wynik 14,46666 a takiej godziny nie znajdziemy na zegarku

4) obliczam godzinę i podaję datę
Patrząc na schemat widzimy, że NY znajduje się na **zachód** od Tokio, dlatego od godziny podanej w treści zadania odejmujemy różnicę czasu, (bo Ziemia obraca się z zachodu na wschód)

2^{00} - 14h28' = 11^{32} poprzedniego dnia, czyli 14 VIII

Przy obliczaniu godziny najlepiej narysować sobie zegarek ze wskazówkami – to bardzo ułatwia obliczenie czasu szczególnie, gdy przekracza się 24.00
W tym przypadku od 2^{00} do 24^{00} mijają 2 godziny zostaje wiec jeszcze 12h28'. Mamy już poprzedni dzień. 24^{00} odjąć 12h daje nam 12^{00}, od której to godziny odejmujemy jeszcze 28 minut (60 – 28 = 32). Otrzymujemy 11^{32}

Odp. Gdy w Tokio jest godzina 2^{00} czasu słonecznego w dniu 15.VIII w NY jest 11^{32} w dniu 14.VIII

Przykładowe zadanie maturalne

Współrzędne geograficzne Łeby wynoszą 54° 46' N i 17° 30' E.
Oblicz, która godzina czasu słonecznego jest w Londynie w momencie, gdy na plaży w Łebie cień jest najkrótszy.
Najkrótszy cień jest zawsze w momencie górowania Słońca, czyli o 12^{00} czasu słonecznego
Londyn leży na długości geograficznej 0°
17°30' - 0°=17,5° (różnica długości geograficznej)
Układam proporcję
1h - 15°
X – 17,5°
X = 1h i 2,5° reszty. Jeżeli Ziemia obraca się o 1° w czasie 4 minut, to o 2,5° obróci się w czasie 10 minut. Różnica czasu między Łebą i Londynem wynosi więc 1h10'.
Londyn leży na zachód od Łeby więc tam jeszcze nie ma 12.
12^{00} – 1h10' = $\mathbf{10^{50}}$
Odp. Gdy w Łebie cień jest najkrótszy to w Londynie jest 10^{50} czasu słonecznego.

Obliczanie czasu z użyciem czasu strefowego lub urzędowego

Przy obliczaniu tego typu zadań należy pamiętać o tym, że:
Czas strefowy – powstał przez podzielenie 360° (Ziemia) na 24 strefy – każda o szerokości 15°
Strefa główna – strefa południka 0° dł. geogr. sięga od 7°30'W do 7°30'E. Na środku znajduje się południk główny – południk 0°dł.geogr. Czas w tej strefie to czas słoneczny na południku środkowym (czyli taki jaki Słońce pokazuje na południku 0°. Jeżeli Słońce pokazuje na 0° godz.12^{00} to cała strefa (od 7°30'W do 7°30'E) ma godzinę $12.^{00}$.
Idąc na wschód od tej strefy co każdą następną dodajemy 1h a idąc na zachód – odejmujemy 1h co każdą strefę.

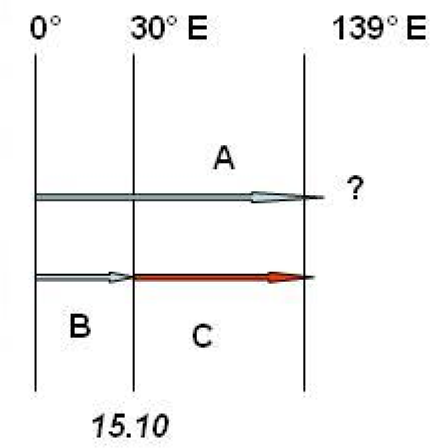
Czas w strefie południka 0° nazywamy **czasem uniwersalnym** (U, GMT)
Czas w strefie południka 15°E nazywamy **czasem środkowoeuropejskim** (U+1h)
Czas w strefie południka 30°E nazywamy **czasem wschodnioeuropejskim** (U+2h)
Czas urzędowy - czas ustalony urzędowo. Wprowadzono go aby na terytorium danego kraju lub jednostki administracyjnej (np. stanu USA) był ten sam czas strefowy. W Polsce obowiązuje czas urzędowy zwany czasem letnim i zimowym
Czas zimowy – czas południka 15°E (środkowoeuropejski)
Czas letni – czas południka 30°E (wschodnioeuropejski)
Reasumując – gdy w zadaniu pojawia się czas uniwersalny należy przy obliczeniach brać pod uwagę czas słoneczny południka 0°
- czas środkowoeuropejski lub czas zimowy – czas słoneczny południka 15°E
- czas wschodnioeuropejski lub czas letni – czas słoneczny południka 30°E

Przykładowe zadanie:

Oblicz która godzina czasu słonecznego jest w Tokio (139°E), jeżeli w Poznaniu (17°E) jest 15^{10} *czasu urzędowego w dniu 15.VIII*

Latem w Poznaniu obowiązuje czas wschodnioeuropejski dlatego zadanie należy policzyć względem południka 30°E

1) Rysuję schemat i zapisuje dane



2) Obliczam różnicę długości geogr.
   C = A – B
   139° - 30° = 109°
3) Zamieniam różnicę długości geogr. na różnicę czasu
   15° - 1h
   109° - X
   $X = \frac{109° x 1h}{15°} =$ 7h i 4° reszty
   1° - 4’
   4° - X
   X = 16’
   Różnica czasu wynosi 7h i 16 minut
4) Obliczam czas w Tokio i zapisuje wynik
   Tokio leży na wschód od Poznania więc jest tam później.
   15^{10} + 7h16’ = 22^{26} 15.VIII

Przykładowe zadanie maturalne:
Wybierasz się latem na wycieczkę samolotem do Grecji. Zamieszkasz w miejscowości Rodos (36°29'N, 28°13'E). Samolot startuje z lotniska w Warszawie (52°15'N, 21°00'E) o godzinie 13^{20} czasu urzędowego, a lot trwa 2 godziny i 30 minut. W Grecji, w okresie lata, obowiązuje czas urzędowy równy czasowi uniwersalnemu plus 3 godziny (UT+3).
Zaznacz godzinę, o której według czasu urzędowego Grecji samolot wyląduje w Rodos.

A. 15^{20}
B. 15^{50}
C. 16^{20}
D. 16^{50}

Latem w Polsce obowiązuje czas wschodnioeuropejski (UT+2h). W momencie startu samolotu, w Grecji, jest godzina 14^{20}, gdyż tam obowiązuje czas UT+3h. Samolot leci 2,5 godziny, więc do 14^{20} dodaję czas lotu.

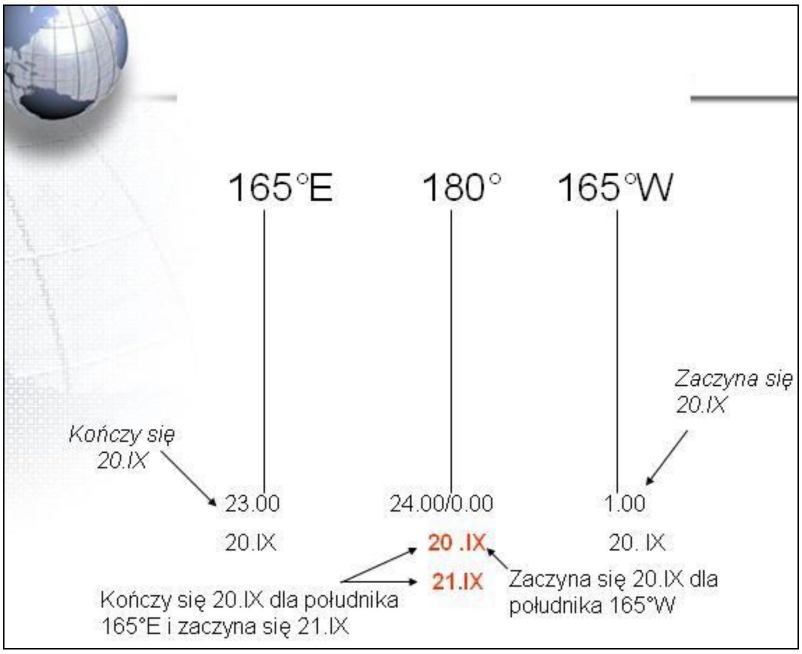
14^{20} + 2h30' lotu = 16^{50}

Odp. Samolot wyląduje w Grecji o godz. 16^{50} odp. D

- **Określanie daty dla określonego miejsca na Ziemi w przypadku przekraczania linii zmiany daty**

Przekraczając południk 180° z półkuli zachodniej na półkulę wschodnią **tracimy** 1 dzień
Przekraczając południk 180° z półkuli wschodniej na półkulę zachodnią **zyskujemy** 1 dzień

Międzynarodowa linia zmiany daty nie pokrywa się na całej długości z południkiem 180°. Przebieg linii zmiany daty przeprowadzono tak, aby półwyspy i wyspy w całości znalazły się po jednej stronie linii



Przykładowe zadanie maturalne:
Żeglarz w swej podróży dookoła świata przemierzał Pacyfik płynąc z Ameryki Północnej do Chin. Tuż przed północą, pod datą 25 lutego (poniedziałek) dokonał zapisu w dzienniku pokładowym. Po kilkudziesięciu minutach jego jacht przepłynął granicę zmiany daty. Napisz i wyjaśnij, jaką datę umieści żeglarz, dokonując kolejnego zapisu w dzienniku pokładowym po godzinie 24.00

Odp. Ponieważ żeglarz płynął ze wschodu na zachód, to przekraczając granicę zmiany daty o godzinie 24.00 opuszczał obszar, na którym kończyła się doba 25 lutego (poniedziałek) oraz wpływał na obszar, na którym kończyła się doba 26 lutego (wtorek), a zaczynała kolejna -27 lutego. Dlatego dokonując zapisu w dzienniku pokładowym po godzinie 24.00 zapisał datę o jedną dobę późniejszą. W rachubie czasu nastąpiło opuszczenie jednej doby
Wynik 27 lutego

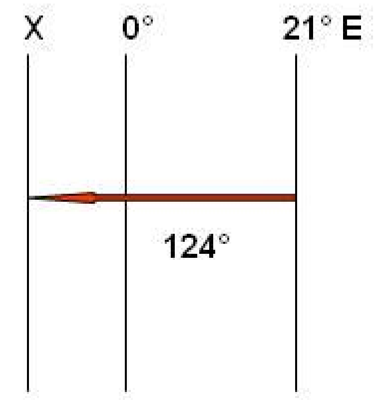
- **Obliczanie długości geograficznej miejsca, na podstawie podanego czasu słonecznego na wybranych południkach geograficznych**

Przykładowe zadanie:
Oblicz długość geograficzną miejscowości wiedząc, że Słońce góruje w niej 8h i 16 minut później niż w Warszawie (21°E)

Górowanie następuje o godzinie 12^{00}. Przyjmujemy to za punkt wyjścia. Jeżeli w naszej miejscowości górowanie następuje później niż w Warszawie to znaczy że znajduje się ona na zachód od naszej stolicy (bo Ziemia obraca się z zachody na wschód – na wschodzie jest później niż na zachodzie). W treści zadania mamy również podaną różnicę czasu (8h i 16')

1) zamieniamy różnicę czasu na różnicę długości geograficznej
   15° - 1h
   X – 8h
   $X = \frac{15° x 8h}{1h} = 120°$

   1° - 4'
   X – 16'
   $X = \frac{1° x 16'}{4'} = 4°$
   Różnica długości wynosi: 120° + 4° = 124°
2) obliczamy zadanie i podajemy wynik
   Nasza miejscowość leży na zachód od 21°E więc od wartości tego południka musimy odjąć 124°. Pamiętajmy, że mijamy południk 0°!



X = 103°W

- **Obliczanie wysokości Słońca w momencie górowania (inaczej: kąta padania promieni słonecznych) w dniach 21 III, 23 IX, 22 VI, 22 XII**

Te daty to początek pór roku. Należy pamiętać że kiedy na półkuli N zaczyna się wiosna (21.III) to na półkuli S – jesień; kiedy na półkuli N zaczyna się lato (22.VI) – na półkuli S – zima itd.

	Półkula N	*Półkula S*
21.III	wiosna	jesień
22.VI	lato	zima
23.IX	jesień	wiosna
22.XII	zima	lato

Wysokość Słońca oblicza się na podstawie wzorów.
Wzory dotyczą dwóch sytuacji – gdy miejsce obserwacji znajduje się na obszarze międzyzwrotnikowym (od 23°26'S do 23°26'N) oraz gdy miejsce obserwacji znajduje się w wyższych szerokościach geograficznych (od 23°27' do 90° na obu półkulach)

Wzór na obliczanie wysokości Słońca w wyższych szerokościach geograficznych

Data	Półkula północna (N)	Półkula południowa (S)
21.III i 23.IX	$h_S = 90° - \varphi$	$h_S = 90° - \varphi$
22.VI	$h_S = 90° – \varphi + 23°27'$	$h_S = 90° – \varphi – 23°27'$
22.XII	$h_S = 90° – \varphi – 23°27'$	$h_S = 90° – \varphi + 23°27'$

gdzie φ – szerokość geograficzna

Wzór do obliczania wysokości Słońca na obszarach międzyzwrotnikowych

Data	Półkula północna (N)	Półkula południowa (S)
21.III i 23.IX	$h_S = 90° - \varphi$	$h_S = 90° - \varphi$
22.VI	$h_S = 90° + \varphi – 23°27'$	$h_S = 90° – \varphi – 23°27'$
22.XII	$h_S = 90° – \varphi – 23°27'$	$h_S = 90° + \varphi – 23°27'$

gdzie φ – szerokość geograficzna

Przykładowe zadanie:
Oblicz wysokość górowania Słońca w dniu 22.XII na szerokości 52°S

22.XII na półkuli S zaczyna się lato więc Słońce będzie górowało na większej wysokości.
$h_S = 90° – φ + 23°27' = 90° – 52° + 23°27' = 61°27'$

Przykładowe zadanie:
Oblicz wysokość górowania Słońca na równiku w dniu 22.VI

$h_S = 90° + φ – 23°27' = h_S = 90° + 0° – 23°27' = 66°33'$
Uwaga! Równik nie znajduje się na żadnej z półkul. Nie możemy jednak dodać 23°27' bo wynik byłby większy od 90° a Słońce najwyżej może się znajdować pionowo nad głową (90°) – taka sytuacja na równiku występuje dwa razy w roku (21.III i 23.IX)

Przykładowe zadanie
Oblicz wysokość górowania Słońca w dniu 22.XII na biegunie północnym

Szerokość geograficzna bieguna północnego $φ = 90°N$
$h_S = 90° – φ – 23°27'$
$h_S = 90° – 90° – 23°27'$ = noc polarna *(kąt nie może być mniejszy niż 0°)*

Przykładowe zadanie
Oblicz wysokość górowania Słońca w dniu 22.VI na szerokości geograficznej 10°N
$h_S = 90° + φ – 23°27'$
$h_S = 90° + 10° – 23°27' = 76°33'$
Odp. Słońce góruje w tym dniu na wysokości 76°33'

Obliczanie szerokości geograficznej miejsca, na podstawie podanej wysokości Słońca w momencie górowania w dniach rozpoczęcia astronomicznych pór roku

Najpierw musimy wiedzieć, na jakiej półkuli (N czy S) znajduje się miejsce obserwacji.
Jeśli Słońce **góruje po północnej stronie nieba** obserwator znajduje się na **półkuli południowej.**
Jeśli Słońce góruje **po południowej stronie nieba** obserwator znajduje się na **półkuli północnej**.
Tego typu zadania obliczamy przekształcając wzory zapisane powyżej

Np. Jeżeli $h_S = 90° – φ + 23°27'$ to $φ = 90° – h_S + 23°27'$ (Uwaga! Pamiętaj o zmianie znaku przy przenoszeniu wartości na drugą stronę znaku „=”)

Przykładowe zadanie:
Oblicz szerokość geograficzną miejsca obserwacji, w którym w dniu 22.VI Słońce góruje po północnej stronie nieba na wysokości 54°23'

Jeżeli Słońce góruje po północnej stronie nieba nasza miejscowość znajduje się na półkuli S. Stosujemy wzór dla półkuli S w dniu 22.VI

$h_S = 90° – φ – 23°27'$

$φ = 90° – h_S – 23°27'$

$φ = 90° – 54°23' – 23°27' = 12°56'$

$φ = 12°56'S$

Przykładowe zadanie:
Oblicz szerokość geograficzną, na której w dniu 22.XII Słońce góruje na wysokości 35°

Nie podano po której stronie nieba góruje Słońce. Możemy więc wywnioskować, że są dwie takie szerokości geograficzne – jedna na półkuli N i jedna na półkuli S. Obliczamy zadanie dla obu półkul.
Półkula S
$φ = 90° – h_S + 23°27' = 90° – 35° + 23°27' = 78°27'S$
Półkula N
$φ = 90° – h_S – 23°27' = 90° – 35° – 23°27'= 31°33'N$
Odp. W dniu 22.XII Słońce góruje na wysokości 35° na szerokościach: 78°27'S i 31°33'N
Przykładowe zadanie maturalne:
Oblicz szerokość geograficzną miejscowości położonej na równoleżniku, na którym w dniu przesilenia letniego Słońce góruje po południowej stronie nieba na wysokości 77°27'**.**
1) Słońce góruje po południowej stronie nieba więc obserwator znajduje się na półkuli północnej
2) Dzień przesilenia letniego to 22.VI. Stosuje wzór dla półkuli N w tym dniu
$90° - φ + 23° 27'= h_s$
$90° - φ + 23°27' = 77°27'$
$90° - 77°27'+ 23°27' = φ$
$Φ = 12°33' + 23°27' = 36°$
Odp. Miejscowość ta leży na szerokości geograficznej 36°N

Uwaga! Można łączyć ze sobą zadania dotyczące obliczenia współrzędnych geograficznych miejscowości względem podanego czasu i wysokości górowania Słońca w poszczególnych dniach pór roku.
Przykładowe zadanie:
Oblicz współrzędne geograficzne miejsca obserwacji, w którym w dniu 21.III Słońce góruje po południowej stronie nieba na wysokości 45°
o 2 godziny i 30 minut wcześniej niż w Londynie.
W takiej sytuacji należy wykorzystać wiedzę zarówno z obliczania długości geograficznej obserwacji względem czasu jak i obliczania szerokości geograficznej względem wysokości górowania Słońca (Obie sytuacje

przedstawiono powyżej). Sprawdź czy potrafisz dojść do wyniku: λ = 37°30'E
φ = 45°N

- **Obliczanie odległości miedzy dwoma punktami leżącymi na tym samym południku geograficznym**

Do tego typu zadań potrzebna jest znajomość tematu: „Kształt i rozmiary Ziemi". Długość jednostopniowego łuku południka wynosi 111,135 km
(w zaokrągleniu 111,1 km)
Jeżeli obie miejscowości leżą na tym samym południku to wystarczy obliczyć różnicę ich odległości w stopniach szerokości geograficznej a następnie ułożyć proporcję
1° - 111,1 km
x° - x km

Przykładowe zadanie:
Oblicz odległość w km między miastami A i B znając ich współrzędne geograficzne.
A - λ = 21°E φ = 45°S
B - λ = 21°E φ = 52°30'N

Miejscowości leżą na dwóch różnych półkulach, więc różnica odległości między nimi jest sumą ich szerokości geograficznych (od 45°S do 0° i od 0° do 52°30'N)

45°+52°30' = 97,5°
Jeżeli
1° - 111,1 km
97,5° - X

$$X = \frac{97{,}5° x 111{,}1 km}{1°} = 10832{,}25 \text{ km}$$

Odp. Miejscowości A i B leżą w odległości 10832,25 km.

3. ATMOSFERA

- **Obliczanie średniej rocznej temperatury powietrza na podstawie wyników pomiarów uzyskanych w wybranych stacjach meteorologicznych**.

W tabelach zawierających dane meteorologiczne (temperatura i opady) prezentuje się średnie miesięczne temperatury oraz sumy miesięczne opadów.

$$\text{Średnia roczna temperatura [w °C]} = \frac{suma\_średnich\_temp.\_wszystkich\_miesiecy}{12}$$

Sprawdź czy prawidłowo obliczysz średnią roczna temperaturę stacji meteorologicznej nr 3 przedstawionej w tabeli zamieszczonej w kolejnym zagadnieniu.

Wynik: 21,3°C

- **Obliczanie amplitudy dobowej i rocznej temperatury powietrza**

Amplituda roczna temp.= średnia temp. najcieplejszego miesiąca w roku minus średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca w roku

Uwaga! Przy odczytywaniu temperatur często popełnia się błąd zakładając że najcieplejszym miesiącem roku jest lipiec a najchłodniejszym – styczeń. Nie zawsze tak jest dlatego należy uważnie zapoznać się z danymi.

Uwaga! Najczęściej popełnianym błędem w tego typu zadaniach jest błędne obliczanie różnicy, gdy wybrane temperatury są minusowe. Należy pamiętać o podstawowej zasadzie matematycznej iż dwa minusy dają plus.

Przykładowe zadanie:
Oblicz roczną amplitudę temperatury wiedząc, że średnia temperatura najcieplejszego miesiąca wynosi +24°C a średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi - 6°C
Amplituda roczna temperatury = 24°C – (- 6°C) = 30°C

Przykładowe zadanie maturalne:
Tabela obejmuje zestawienie średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza (T w °C) i rocznej sumy opadów (O w mm) dla wybranych stacji meteorologicznych. Oblicz roczną amplitudę temperatury powietrza w stacji nr 1 i wpisz do tabeli.

Nr stacji		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	Amplituda
1.	T	6,9	7,9	10,7	13,9	18,1	22,1	24,7	24,6	21,6	16,5	11,6	8,5	15,6	.....
	O	77	89	78	77	64	47	14	22	68	129	116	106	888	
2.	T	23,9	24,0	26,1	28,1	29,6	28,6	27,3	25,9	27,0	27,9	27,2	25,4	26,8	5,7
	O	4	2	1	1	17	484	616	340	264	65	14	2	1810	
3.	T	11,7	13,6	17,8	21,8	25,6	27,9	28,6	27,6	26,0	22,7	18,6	13,5	21,3	16,9
	O	3	1	1	4	7	4	3	10	12	2	1	3	51	
4.	T	25,7	25,4	26,1	26,2	25,8	25,2	24,5	24,7	25,1	25,2	25,2	25,1	25,3	1,7
	O	53	84	178	157	137	114	132	165	183	218	198	84	1703	

1) wybieram najcieplejszy i najchłodniejszy miesiąc
2) obliczam amplitudę roczną
   24,7°C – 6,9°C = 17,8°C
3) wpisuję wynik do tabeli

Amplitudę dobową temperatury powietrza oblicza się podobnie. Pod uwagę bierze się najwyższą i najniższą temperaturę w ciągu doby i te dane wstawia się do równania. Amplituda dobowa temperatury to różnica najwyższej i najniższej temperatury w ciągu doby.

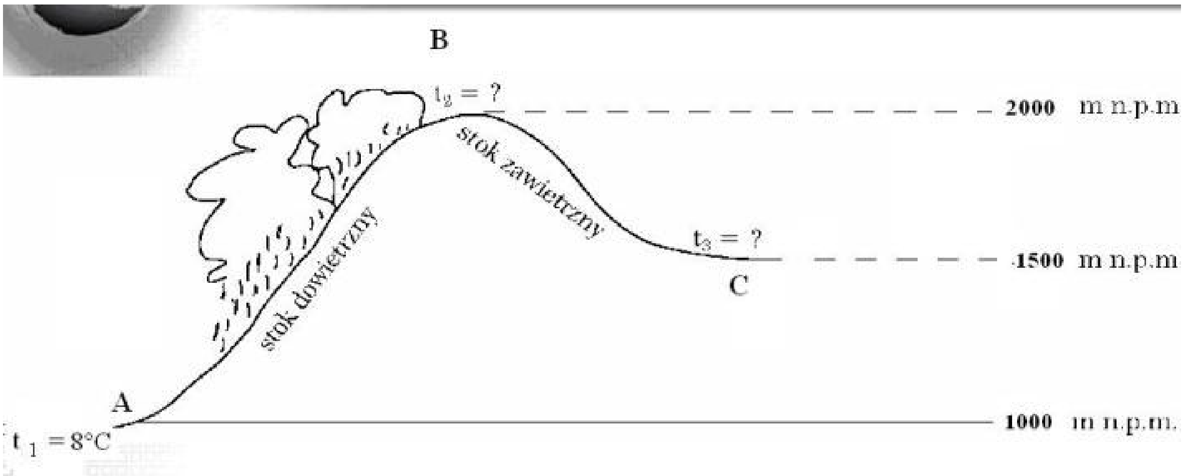
- **Obliczanie wartości temperatury po obu stronach pasma górskiego**

W tego typu zadaniach ważna jest znajomość gradientów adiabatycznych.
Zmianę temperatury powietrza wilgotnego wraz z wysokością opisuje gradient wilgotnoadiabatyczny, który wynosi 0,6°C na 100m
Zmianę temperatury powietrza suchego wraz z wysokością opisuje gradient suchoadiabatyczny, który wynosi 1°C na 100m

Uwaga! Należy zwrócić uwagę, po której stronie zbocza jest powietrze wilgotne a po której suche (aby wiedzieć który gradient zastosować). Jeżeli w zadaniu znajduje się rysunek na ogół po jednej stronie zbocza narysowana jest chmurka z opadami (po tej stronie jest powietrze wilgotne). Jeśli nie – **zakładamy, że powietrze wznoszące się do góry (na stoku dowietrznym) jest wilgotne a spływające w dół (na stoku zawietrznym) – suche** (chyba że w zadaniu napisano inaczej).

Należy tez pamiętać, że przy wznoszeniu powietrza temperatura maleje a przy jego spływaniu w dół – rośnie.

Przykładowe zadanie:
Oblicz wartość temperatury w punkcie B na szczycie o wysokości 2000 m n.p.m. i u podnóża góry po stronie zawietrznej w punkcie C leżącym na wysokości 1500 m n.p.m. jeżeli na stoku dowietrznym w punkcie A leżącym na wysokości 1000 m n.p.m. temperatura wynosi 8°C



1) Obliczamy różnicę wysokości pomiędzy punktami A i B

   2000 m n.p.m. – 1000 m n.p.m. = 1000 m

2) Obliczamy różnicę temperatury pomiędzy punktami A i B

   Na stoku dowietrznym mamy powietrze wilgotne. Jego temperatura będzie się więc zmieniać zgodnie z gradientem wilgotnoadiabatycznym.

   0,6°C – 100m
   X – 1000m

   $$X = \frac{0{,}6°C \text{ x} 1000m}{100m} = 6°C$$

   Różnica temperatur między punktami A i B wynosi 6°C

3) Obliczamy temperaturę w punkcie B

   Punkt B znajduje się wyżej niż punkt A. Temperatura spada wraz z wysokością – w punkcie B jest zimniej niż w punkcie A

8°C - 6°C = 2°C
Temperatura w punkcie B wynosi 2°C (t_2 = 2°C)

4) Obliczamy różnicę wysokości pomiędzy punktami B i C

   2000 m n.p.m. – 1500 m n.p.m. = 500 m

5) Obliczamy różnicę temperatury między punktami B i C

   Na stoku dowietrznym występuje powietrze suche. Różnicę temperatury obliczamy zgodnie z gradientem suchoadiabatycznym.

   1°C – 100m
   X – 500m

   $$X = \frac{1°C \times 500m}{100m} = 5°C$$

   Różnica temperatur między punktami B i C wynosi 5°C

6) Obliczamy temperaturę w punkcie C

   Przemieszczając się w dół zbocza temperatura powietrza rośnie.

   2°C + 5°C = 7°C
   Temperatura powietrza w punkcie C wynosi 7°C

Przykładowe zadanie maturalne:

Oblicz temperaturę powietrza na szczycie Szczelińca Wielkiego (919 m n.p.m.) w czasie, gdy w Kudowie Zdroju (350 m n.p.m.) wynosiła ona +10°C.

919 m n.p.m. – 350 m n.p.m. = 569 m

0,6°C – 100m
X – 569m

$$X = \frac{0{,}6°C \times 569m}{100m} = 3{,}4°C$$

10°C – 3,4°C = **6,6°C**
Odp. Na szczycie Szczelińca Wielkiego temperatura powietrza wynosi 6,6°C.

- **Obliczanie sumy rocznej opadów na podstawie wyników pomiarów uzyskanych w wybranych stacjach meteorologicznych.**

Należy dodać do siebie wszystkie miesięczne sumy opadów i podać wynik w mm.
Przykładowe zadanie:

W tabeli przedstawiono temperaturę (t w °C) i opady (o w mm) dotyczące czterech stacji klimatycznych. Oblicz roczną sumę opadów w Kijowie

Nazwa stacji		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Liverpool	t	4,1	4,6	5,4	8,1	10,7	14,1	15,4	15,4	13,3	9,4	6,8	4,6
	o	53	46	47	42	47	57	65	77	62	81	65	66
Warszawa	t	-2,9	-2,0	1,8	7,6	13,8	16,8	18,6	17,2	13,3	7,8	2,3	-1,3
	o	35	26	32	40	48	60	84	72	44	37	38	38
Kijów	t	-5,9	-5,2	0,4	7,5	14,7	17,8	19,2	18,7	13,9	7,5	1,2	-3,5
	o	39	38	41	45	56	72	74	66	46	44	48	41
Aralsk	t	-13,4	-12,2	-4,2	8,3	17,4	23,6	26,1	24,1	17,2	7,8	-2,0	-9,2
	o	10	10	12	11	11	10	9	8	5	14	11	12

O [mm]= 39+38+41+45+56+72+74+66+46+44+48+41 = 610 [mm]

Odp. Roczna suma opadów w Kijowie wynosi 610 mm

- **Redukcja temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego do wartości występującej na poziomie morza**

Takich obliczeń dokonuje się, gdy chce się porównać dane klimatyczne dwóch stacji leżących na różnych wysokościach nad poziom morza w tym samym klimacie.

Redukcja temperatury do poziomu morza.

Przy obliczaniu tego typu zadań potrzebne są dane dotyczące wysokości bezwzględnej (w m n.p.m.) miejsc, których dotyczą odczyty temperatury oraz znajomość gradientów: suchoadiabatycznego i wilgotnoadiabatycznego.

Przykładowe zadanie:
Oblicz temperaturę zredukowaną do poziomu morza jeżeli na Szczelińcu Wielkim (919 m n.p.m.) temperatura wynosi 6,6°C w słonecznym i suchym dniu.

1°C – 100m
X – 919m
(gdyż 919 m n.p.m. - 0 m n.p.m = 919 m – różnica wysokości)

$X = \frac{1°C x 919m}{100m}$ = 9,19°C *(różnica temperatury pomiędzy poziomem morza a szczytem Szczelińca Wielkiego)*

6,6°C + 9,19°C = 15,79°C (ok. 15,8°C)
Odp. Temperatura Szczelińca Wielkiego zredukowana do poziomu morza wynosi 15,8°C.

Redukcja ciśnienia atmosferycznego do poziomu morza

Przy obliczaniu tego typu zadań potrzebne są dane dotyczące wysokości bezwzględnej (w m n.p.m.) miejsc, których dotyczą odczyty ciśnienia atmosferycznego oraz wiedza, że **ciśnienie atmosferyczne spada wraz ze wzrostem wysokości co każde 8 m o 1 hPa.**

Przykładowe zadanie:
Oblicz ciśnienie atmosferyczne Poznania (92 m n.p.m.) zredukowane do poziomu morza jeżeli barometr w dniu 23.08 o godz. 18:00 w stacji Ławica pokazał ciśnienie atmosferyczne o wartości 1001,9 hPa.

1) Układamy proporcję

   1hPa – 8 m
   X – 92m

2) Zapisujemy równanie

   $$X = \frac{1hPax92m}{8m}$$

3) Dokonujemy obliczeń różnicy ciśnienia pomiędzy Poznaniem Ławicą a poziomem morza

   X = 11,5 hPa

4) Obliczamy ciśnienie na poziomie morza pamiętając o tym, że wartość ciśnienia atmosferycznego maleje wraz ze wzrostem wysokości.

   1001,9 hPa + 11,5 hPa = 1013,4 hPa

   Odp. W dniu 23.08 o godz. 18:00 w Poznaniu Ławicy ciśnienie atmosferyczne zredukowane do poziomu morza wynosiło 1013,4 hPa.

- **Obliczanie wilgotności względnej powietrza**

Wilgotność względna to stosunek prężności aktualnej do prężności maksymalnej w danej temperaturze powietrza wyrażony w procentach.
Prężność pary wodnej to ciśnienie pary wodnej zawartej w pionowym słupie powietrza wyrażana w hPa.
Prężność aktualna to taka, która jest aktualnie „za oknem" (pomiar w danej chwili) a prężność maksymalna to prężność pary wodnej **nasycającej** powietrze w danej temperaturze powietrza.

Przykładowe zadanie maturalne:
Oblicz wilgotność względną powietrza (w %) w miejscu o prężności aktualnej pary wodnej wynoszącej 25 hPa, wiedząc, że w panującej tam temperaturze 28°C maksymalne ciśnienie pary wodnej może wynieść 40 hPa. Przedstaw obliczenia.

Dane: prężność aktualna – 25 hPa
prężność maksymalna – 40 hPa

$$X = \frac{25hPa}{40hPa} \text{ x } 100\ \% = 62,5\ \%$$

Odp. Wilgotność względna w miejscu obserwacji przy temperaturze 28°C wynosi 62,5 %.

4. HYDROSFERA

- **Obliczanie bilansu wodnego obszaru.**

Bilans wodny to zestawienie przychodów i ubytków wody dla jakiegoś obszaru lub całej Ziemi w roku hydrologicznym.
Rok hydrologiczny rozpoczyna się w listopadzie i kończy w październiku następnego roku.

Aby obliczyć bilans wodny należy od przychodów wody na danym obszarze odjąć ubytki wody z tego obszaru.
Przychody to np. opady, dopływ rzeczny a ubytki to np. parowanie wody i odpływ rzeczny.
Bilans morze być dodatni, zerowy lub ujemny.

Np. przychody 191,4 km^3 wody. Ubytki – 191,4 km^3 wody
Bilans wodny = 191,4 km^3 – 191,4 km^3 = 0 km^3

- **Obliczanie jeziorności obszaru**

Jeziorność obszaru to stosunek powierzchni jezior w danej jednostce administracyjnej (gmina, powiat, województwo, kraj) do ogólnej powierzchni tej jednostki administracyjnej (gmina, powiat, województwo, kraj) wyrażony w procentach.

Przykładowe zadanie:
Tabela przedstawia dane dotyczące jeziorności wybranych regionów Polski.
Tab. Jeziorność wybranych regionów Polski (wg Choińskiego, 1995b)

Regiony	Jeziora		Powierzchnia (objętość) jezior		Pojemność jezior	
	liczba	[%]	[km^2]	[%]	[km^3]	[%]
Pojezierze Pomorskie	3 381	47,7	1 041,97	37,0	7,129	36,7
Pojezierze Mazurskie	2 061	29,1	1 308,81	46,5	9,738	50,2
Pojezierze Wielkopolsko - Kujawskie	1 347	19,0	420,53	14,9	2,354	12,1
Obszar na pd od zasięgu zlodowacenia Bałtyckiego	292	4,1	42,46	1,5	0,184	0,9
POLSKA	7 081	100	2 813,77	100	19,405	100

*objętość misy jeziornej nie zawsze odpowiada jej pojemności[1]

Na podstawie danych zawartych w tabeli oblicz jeziorność Polski.

Powierzchnia Polski wynosi 311 904 km^2 [(2)]

$$\frac{2813{,}77\,km^2}{311904\,km^2} x100\% = 0{,}90\%$$

Odp. Jeziorność Polski wynosi 0,90%

- **Obliczanie wartości zasolenia morza**

Zasolenie jest to zawartość soli rozpuszczonych w wodzie wyrażona w ‰.

Przykładowe zadanie:
Oblicz zasolenie morza, jeśli w 2000 g wody, znajduje się 80 g soli.

$$\frac{80g}{2000g} \text{ x } 1000\text{ ‰} = 40\text{ ‰}$$

Odp. Zasolenie morza wynosi 40 ‰.

5. LITOSFERA

- **Obliczanie stopnia geotermicznego**

Stopień geotermiczny to głębokość w metrach co jaką temperatura wzrasta o 1°C.
Jest on różny w zależności od miejsca na Ziemi.
Średni stopień geotermiczny na Ziemi wynosi 33 m.
Znając średni stopień geotermiczny możemy obliczyć temperaturę na danej głębokości poprzez ułożenie proporcji (**Uwaga!** Zadanie może zawierać wartość stopnia geotermicznego dla konkretnego miejsca na Ziemi. Wtedy należy wykorzystać właśnie te dane do obliczenia zadania).

Przykładowe zadanie:
Oblicz temperaturę panującą na głębokości 2500 km znając średni stopień geotermiczny Ziemi.

1°C – 33m
X – 250000m

$$X = \frac{1°C \text{ x} 250000m}{33m} = 7575,\ 76°C$$

Odp. Temperatura na głębokości 2500 km wynosi 7575,76°C

[1] Bajkiewicz-Grabowska E.: Jeziora /W/.: Geografia fizyczna Polski. Pod red. A. Richlinga i K. Ostaszewskiej. Warszawa 2005 Wydawnictwo Naukowe PWN s.173
[2] Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2003, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa

Przykładowe zadanie:
Oblicz wartość stopnia geotermicznego w °C /m jeśli temperatura skał na głębokości 700m wynosi 5°C a na głębokości 1100m temp. wynosi 14°C.

400m – 14°C
X - 1°C

$$X = \frac{400m x 1°C}{14°C} = 28,57 \text{ m}$$

Odp. Stopień geotermiczny wynosi 28,57m.

Przykładowe zadanie:
Oblicz temperaturę skał na głębokości 750m w Larderello we Włoszech, jeżeli stopień geotermiczny dla tej miejscowości wynosi 1,5m (za Światem w liczbach)[3].

1°C – 1,5m
X – 750m

$$X = \frac{1°C \text{ x}750m}{1,5m} = 500°C$$

Odp. Temperatura skał w Larderello na głębokości 750 m wynosi 500°C.

- **Obliczanie ciśnienia na danej głębokości**

Wraz z głębokością ciśnienie rośnie średnio co 3,7m o 1 atmosferę.
1 atmosfera to ciśnienie atmosferyczne o wartości 1013 hPa zmierzone na poziomie morza na szerokości geograficznej 45° przy temperaturze 0°C

Jak większość zadań z geografii zadania tego typu liczy się układając proporcję.

Przykładowe zadanie:
Oblicz ciśnienie atmosferyczne na głębokości 500m znając wartość średniego wzrostu wartości ciśnienia atmosferycznego wraz ze wzrostem głębokości.

1atm – 3,7m
X – 500m

$$X = \frac{1atm\_x\_500m}{3,7m} = 135,14 \text{ atm.}$$

Odp. Na głębokości 500m panuje ciśnienie rzędu 135,14 atmosfery.

- **Obliczanie wieku bezwzględnego próbki skalnej.**

Wiek bezwzględny skał to wiek skał w latach. Można go obliczyć np. przy pomocy metod radiometrycznych przy zastosowaniu pierwiastków radioaktywnych. Znając czas połowicznego rozpadu pierwiastka radioaktywnego

[3] Kądziołka J., Kocimowski K., Wołonciej E.: Świat w liczbach 1999/2000, Warszawa 1999, WSiP, s.18.

oraz stosunek pierwiastka radioaktywnego do pierwiastka wtórnego możemy obliczyć wiek bezwzględny próbki skalnej.
Czas połowicznego rozpadu do okres czasu jaki mija by ze 100% pierwiastka radioaktywnego pozostało 50% tego pierwiastka i 50% pierwiastka wtórnego. Jest on charakterystyczny dla konkretnego pierwiastka radioaktywnego.

Tabela zawiera dane dotyczące niektórych izotopów promieniotwórczych.[4]

Izotopy macierzyste	Izotopy potomne	Okres połowicznego rozpadu	Zakres użyteczności
Rubid-87	Stront-87	49 mld lat	> 100 mln lat
Tor-232	Ołów-208	14 mld lat	> 200 mln lat
Uran–238	Ołów-206	4,5 mld lat	> 100 mln lat
Potas-40	Argon-40	1,3 mld lat	> 0,1 mln lat
Uran-235	Ołów-207	0,7 mld lat	> 100 mln lat
Węgiel-14	Azot-14	5370 lat	< 40 000 lat

Przykładowe zadanie:
Oblicz wiek próbki skalnej (w mln lat), jeśli w jej obrębie stosunek ilości pierwiastka radioaktywnego do pierwiastka powstałego z jego rozkładu wynosi 100 do 700 . Czas połowicznego rozkładu (t ^) pierwiastka radioaktywnego wynosi 250 mln lat

Przy stosunku pierwiastka macierzystego do wtórnego w próbce skalnej wynoszącego 100 do 700 wiemy, że pierwszego mamy 12,5% a drugiego 87,5%. (Nic w przyrodzie nie ginie. 100 to 12,5% z 800 a 700 to 87,5% z 800. Próbka nie mogła się zmniejszyć ani zwiększyć).
Po 250 mln lat w próbce było 50% pierwiastka macierzystego i 50% pierwiastka wtórnego. Po kolejnym czasie połowicznego rozpadu pierwiastka macierzystego było zaledwie 25% a po kolejnych 250 mln lat 12,5%. Próbka liczy sobie zatem 3x250mln lat, czyli 750mln lat.
Odp. Wiek bezwzględny próbki skalnej wynosi 750 mln lat.

[4] Makowska D.: Ziemia, Warszawa 1998, WSiP, s.242