

## R O Z D Z I A Ł X.

### *Odnoszenie punktów karty kraiu do linii południowej i drugiej osi do niej prostopadłej.*

---

108. Rozwiązawszy troykątę składaiące sieć główną kraiu, odnoszą się ich wierzchołki do linii południowej, przez iedno miejsce we środku kraiu położone przechodzący, i do drugiej osi do niej prostopadłej. Następnie rachuią się współprzystawy prostokątne tychże punktów.

Przystępując do traktowania tego sposobu, uważmy naprzód iaki iest kształt równika, równoleżników i południków ziemskich.

109. Gdyby ziemia była kulą, iey środek mógłby bydź wzięty za środek nieba; w tém przypuszczeniu obserwator umieszczony we środku ziemi, widziałby iey wszystkie punkta rzucone na kulę niebieską w kierunku linii wierzchołkowych przez oko iego przechodzących, a oś świata dotknęłaby się środka kuli ziemskiej.

Ponieważ równik i południki niebieskie są kołami, przeto równik i południki ziemskie, powstaiące z przecięcia kuli ziemskiej przez odpowiednie im koła na niebie, będą kołami. Podobnież linie proste prowadzone ze środka ziemi do równoleżników niebieskich, tworzą powierzchnie ostrokregów, które przetną ziemię i dadzą równoleżniki ziemskie kołowe.

Jeżeli ziemia nie iest kulą, linie wierzchołkowe nie zeydą się w iey środku, ale padną około tego punktu. Położenie miejsc ziemskich, ściśle mówiąc, odno-

si się do kół niebieskich; przeto uważać powinniśmy równik, południki i równoleżniki ziemskie, iako powstałe z odpowiednich im kół na niebie. Uczyńmyż w tym względzie nayogólniejsze wyobrażenie, biorąc ziemię za iakąkolwiek bryłę okrągłą.

Równik ziemski utworzy się z rzędu punktów, których linie wierzchołkowe prostopadłe są do osi świata i padają na okrąg równika niebieskiego. A lubo ich wierzchołki będą leżały na okręgu koła, z tém wszystkiem: kiedy ziemia nie jest bryłą obrótowną, ale nieforemną sferoidą, spody tych linii utworzą ogólnie mówiąc, linią krzywą podwójney krzywizny.

Kiedy zaś ziemia jest kulą lub bryłą obrótowną, wtenczas równik ziemski musi być kołem. Bo poprowadziwszy linią prostą styczną do linii krzywey rodzącej powierzchnię obrótowną i równoległą do osi świata, w obrocie tych dwóch linii około osi świata, linia krzywa utworzy powierzchnię obrótowną ziemi, a linia prosta da powierzchnią walca kołowego, styczną do powierzchni krzywey. Poprowadziwszy płaszczyznę prostopadłą do osi świata i przechodzącą przez środek ziemi, ta będzie węgelną do powierzchni walca i do powierzchni obrótowney ziemi, przetnie ziemię w postaci koła i da równik ziemski.

Uważmy teraz linie wierzchołkowe poprowadzone z punktów ziemi do iakiegokolwiek południka niebieskiego. *Naprzód*: ieżeli ziemia jest tylko bryłą okrągłą, południk ziemski będzie ogólnie linią krzywą podwójney krzywizny. *Powtóre*: gdy ziemia jest bryłą obrótowną, południk ziemski wyrazi linią krzywą rodzącą, *Potrzeci*: kiedy ziemia jest kulą, południk ziemski musi być kołem.

Lecz iakąkolwiek będzie figura ziemi, wszyscy mieszkańcy południka ziemskiego podciągniętego pod wyższą definicyą, uyrzą w iednymże czasie górowanie gwiazd umieszczonych na iednym południku niebieskim.

*Nakoniec*: równoleżniki ziemskie utworzą się z szeregu punktów ziemskich, których linie wierzchołkowe padają na tenże sam równoleżnik niebieski. Tym sposobem wszyscy mieszkańcy równoleżnika ziemskiego obaczają też same gwiazdy w ich zenicie; a sam równoleżnik będzie kołem, kiedy ziemia jest kulą, albo bryłą obrótowną; będzie zaś, ogólnie mówiąc, linią krzywą podwójney krzywizny, kiedy ziemia jest nieforemną sferoidą.

Dzielią się więc i rozróżniają równoleżniki ziemskie, stosownie do zboczeń równoleżników niebieskich, którym odpowiadają; albo też, co na iedno wychodzi, stosownie do kąta jaki linie wierzchołkowe czynią z równikiem niebieskim.

Oto są istotnie potrzebne definicje kół ziemskich, do dalszego ciągu naszych jeodezycznych badań.

110. Niech będzie szereg trójkątów  $ABCDE...$  (*fig. 36*) składających się kraju. Dla łatwiejszego pojęcia rzeczy odrysujemy ich figurę, stosownie do otrzymanych wypadków rachunku. Z punktu  $A$  poprowadźmy linią południową  $AX$ , i drugą oś do niej prostopadłą  $AY$ , która jest rysem pierwszego koła wierzchołkowego na kuli ziemskiej. Obie te linie są rzeczywiście liniami krzywemi podwójney krzywizny; bo przekonamy się niżej, że ziemia jest nieforemną sferoidą. Części ich małe można śmiało rachować tak iak łuki kół wielkich, na kuli której promień jest promieniem powierzchni morz spokojnych.

Używając koła powtarzającego, możnaby obie te linie oznaczyć na ziemi, i odległości znaków od obudwóch rachować. Ale w praktyce robota ta nayszybciej jest niepodobną; i daleko łatwiej wynaydywać rachunkiem współprzystawy wszystkich znaków odniesione do obu osi prostopadłych. W tym celu potrzeba znać boki i kąty trójkątów kulistych, oraz należy zobserwować poziomość  $CAM$  (*fig. 36*).

Wszystkie troykały uważać tu będziemy za kuliste, i utworzone na powierzchni kuli, której promień jest promieniem powierzchni morz spokojnych.

Współprzystawy punktu C są dwa łuki prostopadłe Cc i Ac; punktu zaś B współprzystawami są Bb i Ab; i t. p.

W troykacie kulistym prostokątnym ACc, nazwawszy przepełnienie  $A+C+c=180^\circ$  przez  $z$ , rozwiązując go sposobem *Lezandra* mamy:

$$\text{wst}(90^\circ - \frac{1}{3}z) : \text{dost}(z - \frac{2}{3}z) = AC : Ac. \text{ Poziomość } CAc = z.$$

$$\text{wst}(90^\circ - \frac{1}{3}z) : \text{wst}(z - \frac{1}{3}z) = AC : Cc.$$

$$Ac = \frac{AC \cdot \text{dost}(z - \frac{2}{3}z)}{\text{dost} \frac{1}{3}z} = AC \cdot \text{dost}(z - \frac{2}{3}z) (1 + \frac{1}{18}z^2 \cdot \text{wst}^2 1'').$$

$$Cc = \frac{AC \cdot \text{wst}(z - \frac{1}{3}z)}{\text{dost} \frac{1}{3}z} = AC \cdot \text{wst}(z - \frac{1}{3}z) (1 + \frac{1}{18}z^2 \cdot \text{wst}^2 1'').$$

Odbierając od kąta CAB poziomość CAM, mamy poziomość BAM. W troykacie ABM' znajdziemy kąt niewiadomy AM'B', jeżeli od  $180^\circ +$  przepełnienie odbierzemy sumnę kątów znanych (M'AB + ABM'). W tymże troykacie:

$$\text{wst}(AM'B - \frac{1}{3}P) : \text{wst}(B - \frac{1}{3}P) = AB : AM'.$$

$$\text{i} \dots \text{wst}(AM'B - \frac{1}{3}P) : \text{wst}(M'AB - \frac{1}{3}P) = AB : BM'.$$

$MD = BD - BM'$ . W troykacie ABb znamy AB, kąt bAB i kąt prosty, znajdziemy więc Bb i Ab współprzystawy znaku B.

Podobnie w troykacie M'Dd, znamy M'D, kąt DM'd = AM'B, i kąt prosty DdM', przeto rozwiążemy ten troykat, i wypadniemy na wartość współprzystaw Dd i Ad = AM' + M'd.

Tym sposobem ciągle postępując, oznaczmy długość linii południowej AX, i współprzystawy wszystkich znaków. Otrzymamy razem znaczną liczbę poziomości, które można porównać z poziomościami obserwowanymi, i przekonać się: czy się one różnią, lub zgadzają z sobą.

Sposób ten *Lezandra* dość dobrze służy do znalezienia współprzystaw stanowisk, kiedy one nie bardzo są odległe od linii południowej. Ważną tu jest rzeczą tak ułożyć mające się rozwiązywać troykáty, żeby nie zawierały bardzo ostrych kątów. W rozdziale XII. podamy ściślejsze wzory na rachowanie współprzystaw znaków i wielkości linii południowej.

111. Liniją południową AX można jeszcze na gruncie równym i płaskim oznaczyć za pomocą przenośney lunety południkowej, zgadzając w pierwszym stanowisku oś optyczną lunety ze dwoma znakami południkowymi, z których jeden umieszczony jest w znaczney odległości na północy, a drugi na południu. Przenosząc lunetę do znaku następującego, potrzeba zgodzić iey położenie, i postawić nowy znak południkowy. Tym sposobem ciągle postępując, oznaczą liniją południową znakami odległemi; a przestrzenie pomiędzy nimi zawarte wybiłią się kółkami, iak w mierzeniu podstawy. Tak oznaczoną liniją południową wymierzą metrem lub sążniem, równie iak podstawę sieci troykátów.

Koło powtarzające w tey robocie wybornie zastąpi lunetę południkową.

Sposób ten bardzo jest zmuǳny i wiele czasu zabiera. Używali go tylko *Mason* i *Dixon*, rozmierzając sążniem stopień południka w Pensylwanii. W tey robocie kiedy natrafiali na przeszkodę nieprzebytą, prowadzili liniją równoległą od linii południowej, i długość iey oceniali. A obserwując na obu końcach wymierzonego łuku odległości zenitalne iednychże gwiazd, znaleźli na ieden stopień południka, pod szerokością jeograficzną północną  $39^{\circ}. 12', 56888$  sążni.

112. Linija AX oznaczona za pomocą prawideł przez nas wskazanych w §§. 110 i 111, nazywa się *liniją jeodezyczną* (ligne géodésique), i jest najkrótszą punktów A i X odległością. Różni się ona nieco od linii południowej, która jest rzeczywiście liniją krzywą podwójney krzywizny. W naszym iednak przypadku, na tę tak małą różnicę względu dawać nie powinniśmy.

113. Sposoby podane w §§. 110 i 111 na oznaczanie praktyczne i mierzenie linii południowej, zupełnie daią się zastosować do wytknięcia drugiej osi  $AY$ , oraz do rachowania iey długości z sieci troykatów.

114. Niektórzy jeografowie używają nieco prostszych sposobów na rachowanie współprzystaw znaków, odniesionych do linii południowej i do drugiej osi do niey prostopadłej. Na ten koniec uważają całą część powierzchni ziemi mierzoną za płaską, i osie dwie za linie proste do siebie prostopadłe. Z każdego znaku spuszczaia współprzystawę do osi prostopadłą; i znając poziomość, rozwiązują wszystkie troykаты iak prostokreślne. Rachunek ten daleko iest łatwiejszy, ale nie tak dokładny iak poprzedzaiały. Tego właśnie sposobu używał *Kassyni*, odnosząc punkta mierzone Francyi do linii południowej przechodzącej przez obserwatorium Paryzkie, i do drugiej osi do niey prostopadłej.

115. Spisuiąc w rejestr współprzystawy stanowisk, trzeba zachować pewny porządek w nadawaniu im algebraicznych znaków, żeby okazywały dokładnie stronę w iakiey leży każdy punkt karty kraiu. W tym celu naydogodniey użyć prawidła na znaki powszechnie przyiętego w Jeometryi analityczney. Tak *np.* kiedy w stronie północno-zachodniej karty współprzystawy  $x$  i  $y$  są dodatne, w stronie północno-wschodniej  $x$  będzie dodatne, a  $y$  odjemne; w stronie południowo-wschodniej, mamy:  $-x$  i  $-y$ , a w stronie południowo-zachodniej, będzie  $-x$  i  $+y$ .

116. Wynałazłszy współprzystawy znaków odrysuiemy kartę następuiaćym sposobem. Pociagniemy na papierze dwie osie  $AX$  i  $AY$  do siebie prostopadłe;  $AX$  niech wyraża linią południową,  $AY$  zaś drugą oś do niey prostopadłą. Dla łatwiejszego umieszczenia na karcie mieysc znacznie odległych, narysuemy linie równoległe do obu osi, i o iednostayną liczbę sążni lub metrów od siebie oddalone. W tym celu trzeba przygotować dokładną skalę. Tak *np.* na karcie



Francyi robionej przez *Kassyniego*, odległość tych linii równoległych odpowiadała 60000 sążni.

Główne bióro woienne francuzkie (*Dépôt général de la guerre*), któremu poręczony jest dozór nad ważniejszymi działaniami mierniczemi, przyjęło za miarę w skali decymetry; te wyrażają jeden stopień sekowy, i odpowiadają 100000 metrów. Naydrobniejsze zaś szczegóły topograficzne odnoszą się do  $\frac{1}{100000}$  skali. Chcąc zaś ustalić jednolitość w pracach inżynierów zdejmujących plany, przyjęło jednomyślnie pewne stateczne znaki, wyrażające rozmaite miejsca ziemi.

Nadto karta powinna być podzielona na prostokąty, przeznaczone do dania szczególnego opisu kraiu, którego obraz przedstawia. Na karcie Francyi, o której wspomnieliśmy, prostokąty te mają 40000 sążni w kierunku linii prostopadłej do południka, a 25000 sążni w kierunku linii południowej.

Gdy tym sposobem umieściliśmy wszystkie punkta obserwowane na mappie, powinniśmy połączyć liniami ciemnemi wierzchołki trójkątów pierwszego rzędu, a liniami punktowanemi wierzchołki drugiego rzędu trójkątów. Tu widzimy, że położenia punktów porysowanych na mappie, zupełnie są od siebie niezależne.

117. Na takicy karcie części taśm spiczastych (*fuseaux*) powierzchni ziemskiej wyrażone są przez prostokąty; przeto ten rzut coraz bardziej psuje dla oka odległości punktów i powierzchnie, im dalej odstepujemy od miejsca początkowego karty. Jeżeli jednak przestrzeń wyrażona na mappie nie jest znaczna w długości jeograficznej, wtenczas linie prostopadłe do południka rzeczywiście nie wiele się schodzą, i dość dobrze odległość punktów na karcie jest oznaczona. Linie prostopadłe do południka zastępują miejsce równoleżników ziemskich, i mogą służyć do oznaczenia różnicy długości jeograficznej; kiedy linie równole-

głe do linii południowej wyrażają przez przybliżenie południki ziemskie, i dadzą wyobrażenie o różnicach szerokości jeograficznej.

Obszerniejszą wiadomość o rysowaniu kart jeograficznych, chorograficznych i topograficznych później podamy w Topografii, kiedy mówić będziemy o rozmaitych gatunkach rzutów i o ich własnościach.

---

## R O Z D Z I A Ł X I.

*Uważając ziemię za ellipsoide obrótowną, znaleźć wzory na oznaczenie rozmaitych linii tej bryły przez funkcją szerokości jeograficznej, i zastosować je do rozwiązania rozmaitych zadań w Jeodezyi.*

---

118. Wyniary jeodezyczne odhływane w wielu miejscach przez najsławniejszych jeometrów przekonały, że ziemia nie jest kulą, ale jest niesforemną sferoidą, przystępującą w figurze swojej do ellipsoidy obrótownej, powstałej z obrotu połowy ellipsy około osi mniejszej. Hypoteza ta wystarcza do rozwiązania rozmaitych zadań w jeodezyi: my więc w tém przypuszczeniu postaramy się wyciągnąć wzory na różne linie i inne elementa, służące do rozwiązań zagadnień jeodezycznych i do śledzenia prawdziwej figury ziemi.

119. Niech będzie CE promień równika, a P biegun. Jeżeli z punktu A poprowadzimy styczną AT do łuku elliptycznego PAE, linia AM pionowa do AT