

45 — Powinności zaś na tychże wkładaia się od liczby morgów i wysiewu zboża, które na polu sobie wydzielonem może wysiać. Po spolicie na gruncie miernym na morg ieden gospodarski rachuią wysiewu pszenicy, żyta, ięczmienia i owsa ćwierci dwie, tatarki ćwierci dwie i garcy cztery. Prosa nakoniec garcy cztery.

R O Z D Z I A Ł VIII.

Nauka i zasady Równoważenia.

1. Uważaiąc ziemię iak gdyby zupełnie była okrągła, i przeciąwszy ią płaszczyzną przez środek iey przechodzącą, przecięcie to będzie kołem mającém ten sam promień co i ziemią. Na okręgu tego koła podzielonym na 360°, rachuiąc na ieden stopień mil Niemieckich 15. cały ten okrąg zawierać będzie 5400 mil. A zatém średnica iego, czyli średnica ziemi wynosić będzie także mil 1719, albo rachuiąc okrągło 1720.

2. Dwa punkta albo na samey powierzchni ziemi, albo wyżej lub niżej teyże powierzchni położone, mają jednakową od środka ziemi odległość. o takich przeto dwu punktach mówi się, że są do równowagi, czyli do poziomu, *ad Libellam*.

3. Podobnież gdy wszystkie punkta iakowéy linii mają jednakową od środka ziemi odległość, takowa linia nazywa się poziomą, *horizontalis*, czyli linią pokazującą równowagę prawdziwą, *Libella vera*. Ze zaś sam tylko obwód czyli okrąg koła ma wszystkie punkta jednakowo odległe od środka koła swojego; przeto każda linia pozioma, czyli równowagi prawdziwey jest zawsze łukiem takiego koła, którego ten sam jest środek, co i środek ziemi.

4. Lubo nierówności na powierzchni ziemi znajdujące się, są bardzo małe względem wielkości całej ziemi, a zatem można na nie w wielu okolicznościach względu nie mieć, te jednak nierówności wiele się przykładają do odmian, które na ziemi postrzegamy. I tak gdyby ziemia była matematyczną kulą, to jest zupełnie okrągłą, wody wszystkie na iey powierzchni byłyby stojącemi: nie byłoby ani rzek, ani strumyków, i sztuką tylko samą możnaby wody z jednego miejsca na drugie sprowadzać. Nauka podająca sposoby wyznaczenia nierówności na powierzchni ziemi się znajdujących, czyli wyznaczenia różnicy, która zachodzi między odległością od środka ziemi dwóch albo więcej punktów, zowie się nauką Równoważenia. *Libellatio*.

5. Nauka ta zasadza się na dwóch działaniach istotnych: naprzód na wynalezieniu i oznaczeniu dwóch lub więcej punktów do równowagi, czyli takich punktów, któreby należały do okręgu koła mającego ten sam środek, co i środek ziemi. Powtórę zasadza się na porównaniu z wynalezionemi punktami do równowagi innych punktów danych, a których chcemy mieć wiadomą wzajemną odległość od środka ziemi.

6. Równowaga pozorna, *Libella apparens*. Tab. 11.
Fig. 1.

Niech okrąg E , oznacza powierzchnią ziemską. Gdy w punkcie jakim A . ustawimy łaskę AS , pod pion, na niej osadzwszy prostopadle perspektywę, albo prawidło z celownikami, i poprowadzimy linią celową SR , ku jakiemu przedmiotowi odleglejszemu, albo ku łasce umyślnie za punkt celu ustawionej; ta linia celowa SR , będąc prostopadłą do łaski AS , będzie oraz prostopadłą do promienia ziemskiego A , od punktu A , do punktu S . przedłużonego: a przeto będzie styczną łuku NSH , należącego do takiego koła, którego ten sam jest środek, co i środek ziemi, a którego promień równa się linii ES , złożonej z promienia ziemskiego EA , i z przedłużenia onegoż od A do S . A że podług tego, co się powiedzi do pod liczbą 3. każdy łuk mający ten sam środek co i środek ziemi, pokazuje nam równowagę

prawdziwą; można zatem powiedzieć, że styczna SR , jest styczną łuku czyli linii NSH , pokazującej nam równowagę prawdziwą.

Gdyby perspektywa była na m , natenczas linia celowa me , byłaby styczną łuku lmo . Jeżeli zaś taż perspektywa leżała poziomo na samej powierzchni ziemi np. na A , linia celowa Ap , byłaby styczną obwodu ziemskiego.

Wiadomo z Jeometryi, że każda styczna ma wszystkie swoje punkta dalsze od środka swego koła P ; podobnie wszystkie punkta styczney SR , są dalsze od środka ziemi, niżeli ten z którego taż styczna jest wyprowadzona: w szczególności zaś im ta styczna jest dłuższa, tém też iey koniec R , bardziey się oddalać będzie od środka ziemi: a że tego oddalenia się oko nasze nie tylko nie postrzega na ziemi, ale też w całym swym ciągu taż styczna здаie się nam być prawdziwie pozioma z tym punktem S , z którego jest wyprowadzona; przeto z powodu tego zdawania się, czyli z przyczyny tego mylącego nas pozeru, styczna RS , iako i wszelka inna linia prowadzić się mogąca, nazywa się linią pokazującą *Równowagę pozorną*, *Libella apparens*.

7. Poznawszy, co jest równowaga prawdziwa, a co równowaga pozorna, trzeba nam

teraz poznać ieszcze ścisły związek zachodzący między temi dwoma liniami,

Jako wiadomo jest z Trygonometrii, iż każdy łuk ma swoją stycznią trójkątniejską, tak też w równoważeniu każda linia równowagi prawdziwej ma sobie właściwą i sobie tylko służącą linią równowagi pozornej. Stąd można powiedzieć, iż co w Trygonometrii jest stycznią łuku iakiego, toż samo jest w nauce równoważenia linia pokazująca równowagę pozorną, względem linii pokazującej równowagę prawdziwą. I tak np. stycznią SR , jest w Trygonometrii stycznią łuku SH , taż stycznią w równoważeniu jest linią równowagi pozornej, należącą do łuku SH , pokazującego równowagę prawdziwą. Toż samo rozumieć się ma o styczniach *me, Ap. i t. d.*

8. *Różnica między linią równowagi pozornej, a linią równowagi prawdziwej.*

Linia FR , iak wiadomo z J.ometrii, nazywa się sieczną; część iey HR . zawarta między łukiem i stycznią pokazuje o ile drugi koniec R styczney SR , dalszy jest od środka ziemi, niżeli punkt S , z którego taż stycznią jest wyprowadzona. Z téy przyczyny taż część HR , nazywa się różnicą między równowagą prawdziwą SH , i pozorną SR . Na wynależeniu zatém téy różnicy zasadza się cała nauka róż-

wnoważenia. Wynayduie się zaś następującym sposobem.

W trójkącie FSR . prostokątnym, FR iest przeciwprostokątną: Przeto kwadrat z FR . równa się summie kwadratów z FS i SR . Mając tedy wiadomy promień ziemi i odległość punktu R , od punktu stanowiska S , i dodawszy tych odległości kwadraty, pierwiastek z summy wyciągnięty, okaże długość FR ; od tey odiawszy promień ziemi, reszta okaże na ile miar punkt R iest wyższy od punktu S : to iest okaże różnicę zachodzącą między równowagą prawdziwą a pozorną.

Tym sposobem iakiegokolwiek punktu równowagę pozorną można wynaleźć, byle tylko była wiadoma odległość między punktami stanowiska, a punktem którego równowagi pozornej szukamy.

Lecz że wielkość promienia ziemi rachunek przydłuższym czyni, przeto za pomocą reguły trzech wynaleziono inny sposób ułatwiający rachunek wspomniany. I tak pierwszym sposobem wynalższy, iż w odległości 300 sążni różnica między równowagą pozorną a prawdziwą na cal prawie ieden zachodzi; też różnicę w odległości sążni np. 800. wynaydę ułożwszy proporcją następującą: Jeżeli kwadrat z odległości 300. sążni daie mi różnicę na cal ieden; ileż mi da kwadrat z odległości 800. sążni: czyli 90000.

$1 = 640000 : X$ i ten będzie $7\frac{1}{2}$. Tego sposobu użył *P. Picard* w układaniu tablicy okazującey różnice zachodzące między równowagą prawdziwą a pozorną. Sposób zaś ten zasadza się na przypuszczeniu, iż wysokości punktów równowagi pozórney, są w stosunku kwadratów tychże punktów względem punktów stanowisk.

Te jednak różnice w odległościach mniejszych, to jest naywięcej 200 sążni nie przechodzących, tak są małe, że na nie można względu nie mieć, i równowagę pozorną, brać za równowagę prawdziwą. Przeto zaczawszy od sążni 300. gdyby w działaniach równoważenia nie miało się względu na owe różnice, robota cała byłaby próżna i bezskuteczna. Pochodzi zaś z przyczyny zboczenia łamiącego się w powietrzu światła.

9. *Sposoby wynalezienia 2. 3. 4. i t. d. punktów do równowagi.*

Sposób pierwszy. Chcąc między dwoma miejscami np. *S*, *B*, oznaczyć dwa punkta do równowagi, na jednym z nich iak tu w miejscu *S*, osadzwszy perspektywę, lub prawidło z celownikami poziomo, wyprowadzam linią celową ku lasce ustawionej na drugim miejscu *B*, i oznaczam na teyże lasce punkt *C*, na który przypadnie koniec li-

Tab. 2
Fig. 89.

nii celowej DC . Potém odmierzam odległość SB , wysokość narzędzia, iako też wysokość łaski utkwioney na B , od ziemi do punktu C , na który koniec linii celowej przypadł. Odiąwszy te wysokości od siebie, reszta okaże o ile miejsce S , iest wyższe, albo niższe od miejsca B . Jeżeliby odległość rzeczonych miejsc 200 sążni nie przechodziła, resztę pozostałą można brać za równowagę wynalezioną. Jeżeliby zaś odległość SB , wynosiła sążni 300. 800. i t. d. natenczas udadź się potrzeba do tablicy, zamykającej w sobie różnice, a o których się pod liczbą 8. tego Rozdziału mówiło, wyrachowane na rozmaite odległości. Przeto gdyby odległość SB , czyniła sążni 300, natenczas z różnicy między wysokościami narzędzia i łaski potrzeba będzie 1. cal odiać.

Tzb. 11. 2. *Sposób drugi.* Gdy za pomocą teyże

Fig. 2. samey perspektywy wyprowadzimy na obie strony taką stycznią NR , aby oba iey końce od punktu S , z którego iest wyprowadzona, były iednakowey długości, natenczas końce R, N , takowey styczney będą do równowagi. Jakoż w trójkątach NOS, RSO , kąty przy S , są proste, boki NS, SR , równe z wykreślenia, i bok OS , wspólny, więc te dwa trójkąty do siebie przyftaną: a w szczególności bok ON , równy będzie bokowi NO , przeto punkta

N , R , mające iednakową od środka ziemi odległość, są do równowagi.

Stąd oczywiście się pokazuje: *Naprzód*, że dwa końce styczney są zawsze do równowagi, gdy mają iednakową odległość od punktu, z którego taż styczna jest wyprowadzona, czyli raczey od tego punktu, w którym taż styczna dotyka się okręgu koła. *Powtóre*, gdybyśmy na miejscu iakiem otwartem i równem wyprowadzili ku wszystkim stronom horyzontu tyle linii prostych iednakowey długości, ile się podoba, chociażby nie były do promienia ziemskiego prostopadłe, byle tylko z nim czyniły kąty równe, wszelako wszystkich tych linii końce będą do równowagi. Daymy tedy, że linie proste ca , cb , z promieniem cd czynią kąty równe *Tab. 11. Fig. 3.* acd , bcd , równe. Te trójkąty przytłaną do siebie, przeto i linie ad , bd , są równe, i końce ich będą do równowagi.

Stąd wypada drugi sposób nierównie w robocie krótszy, a tém samém wygodniejszy, wynalezienia dwu punktów do równowagi, na miejscach iakowych np, Yb , położonych na gruncie. To jest, odległość Yb , zawartą między dwoma danymi miejscami wymierzam, i dzielę na dwie równe części w punkcie n . Potém w pośrodku téy odległości ustawivszy perspektywę poziomo, gdy ku łaskom na

miejskach Y, b . wyprowadzę dwie linie celowe rX, rB . końce ich X, B , podług dowodzenia wyżej przytoczonego będą do równowagi.

Tab. II. *Sposób trzeci.* Niech będą dwa miejsca
Fig. 4. A, B , na których mam znaleźć dwa punkta do równowagi. Naprzód na obu tych miejscach utwierdzam dwie żerdzie pod pion. Potém przy iedney z nich np. przy A , ustawiwszy perspektywę poziomą, celuję ku lasce B . na drugiem miejscu ustanowionej, i naznaczam na niej punkt e , na który przypada koniec linii celowej. Podobnież na lasce A . przy której perspektywa jest ustawiona, naznaczam wysokość perspektywy, czyli raczej wysokość oka moiego, i ten punkt niech będzie f . To wykonawszy przenoszę się na drugie miejsce B . i przy lasce ustanawiam narzędzie, którego wysokość niechby przypadła na punkt D , i celuję na odwrot ku lasce będącej na A , na téj naznaczam punkt C , na który pada linia celowa. Punkta te C i D , oznaczac będą także punkta równowagi. Jakoż wystawwszy sobie laski A i B , iakoby od środka ziemi, były przedłużone, trójkąt COD , mając kąty OCD, ODC , równe, bo są zrobione narzędziem iednakowe położenie na obu stanowiskach mającém, będzie równoramienny; a zatém punkta C i D . mają iednakową odległość od środka ziemi.

więc są do równowagi. Toż samo się rozumie i o punktach *e, f*, i linii *CD, ef*, będą równoległe.

§. 87. *Opisanie narzędzi do działań równoważenia używanych.*

Do prowadzenia linii poziomych czyli horyzontalnych, na czém działania równoważenia zawisły, rozmaite wynalezione są narzędzia, zwane *równowagi* (*Libellæ*)

1. *Równowaga wodna*: składa się z rurki mosiężnej lub blaszanej, zagiętej przy obu końcach w kolanka, w które zasadza się dwie rurki szklane. W połowie i na spodzie rurki jest przyprawiona krótka ryfka, aby przy iey pomocy kolankowa rurka mogła być ustawiona na swojej nodze. Cały kanał rurki kolankowej wypełnia się wodą, tak żeby się w rurkach szklanych na 2, lub 3. cale wznosiła. Używanie równowagi wodnej zasadza się na tém, iż woda w owych rurkach do równowagi się układa: zatem linia przechodząca przez powierzchnię wody w dwóch rurkach się znajdujących, będzie ukazywać linią poziomą czyli horyzontalną.

2. *Równowaga powietrzna*, Tab. 9. fig. 87.) składa się z rurki szklanej *AB*, napełnionej spirytusem winnym tak, aby się w niej została kropla powietrza: oba konce téj rurki są hermetycznie, to jest szkłem roztopioném przy ogniu, zamknięte. Rurka szklana tak narządzona, w innej mosiężnej osadzona bywa, i wraz z nią przytwierdza się na liniiale w ten sposób, aby przy *rektyfikacyi* równowagi, po dług potrzeby podniesioną, lub niższą być