

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 mosiężney lub blaszanej, zagiętey przy obu końcach w kolanka, w które zasadzają 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 kolankowey wypełnia się wodą, tak żeby się w rurkach szklanych na 2, lub 3. cale wznosiła. Używanie równowagi wodney zasadza się na tém, iż woda w owych rurkach do równowagi się układa: zatem linia przechodząca przez powierzchnię wody w dwóch rurkach się znajdującey, 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 téy rurki są hermetycznie, to jest szkłem roztopioném przy ogniu, zamknięte. Rurka szklana tak narządzona, w innej mosiężney osadzona bywa, i wraz z nią przytwierdza się na liniiale w ten sposób, aby przy *rektyfikacyi* równowagi, po dług potrzeby podniesioną, lub niższą być

mogła: co iakby się wykonywało, Figura 87 dokładnie i iasnie pokazuje. Używanie równowagi powietrzney zasadza się na własność powietrza, ile lększego od cieczy znajdujący się w rurce; przez tę własność powietrze wraz z cieczą zamknięte wychodzić nad nie musi. Aby zaś wspomniona równowaga mogła być użyta do działań na gruncie, przyrząd na bywa na prawidle mosiężnem, lub drewnianem dwoma celownikami opatrzonem, i wraz z prawidłem osadza się na nodze tak, aby za pomocą śruby i kółka zębatego, poziomo do wspomnioney nogi przyrządzonego poziomo także w każdą stronę obracać się mogła.

Chcąc równowagę powietrzną mieć wygodniejszą, można na miejsce prostych celowników, użyć perspektywy, iako to na Figurze 88. widzieć się daie. AB. jest sztuka z twardego drzewa wyrobiona, mająca przy *mn*, czworograniastą, a przy C, okrągłą dziurę, osadzona na nodze takiey EF, iako do stolika mierniczego lub kątomiaru używana bywa. Przez dziurę czworograniastą przy *mn*, iako też przez pomienioną nogę przechodzi na wylot sztyft mosiężny, który przy końcu dolnym, *muterką* czyli iak zowią macicą przyśrubować się daie, (co z Figury miarkować można), przy górnym zaś tegoż sztyfta końcu, iak tu przy M, znajduje się gwint, w którym osadzony pręt żelazny GH, za pomocą owego gwintu w górę podniesiony, lub na dół pochylony być może.

Na końcach żelaznego pręta GH, przyrządzone są dwie kluby J, L, w których się osadza perspektywa PQ, utrzymuje. Pomienione kluby, z wierzchu tak wyglądają, iak widzieć się daie przy VN.

Na



Na wierzchu perspektywy przynitowane są dwie sztuczki mosiężne T, S, utrzymujące równowagę powietrzną YST.

Naostatek śruba przechodząca przez dziurę okrągłą C, a górnym swym końcem przypierająca doprętą GH, służy do podwyższania, lub też zniżania perspektywy, póki się powietrze w posrodku nie zaltanowi: a tem samém póki promień oczny do poziomego położenia nie przyydzie,

3 Do działań równoważenia potrzebny także jest pręt na łokcie i cale wydzielony. Narządzenie jego takie, iak Fig. 90 pokazuje, zdaie się byđź naywygodniejsze. AB iest prósta z wyschłego drzewa wyrobiona łata, 5. lub więcey łokci długa, na przyzwoite części wydzielona. Wzdłuż i w pośrodku iey, znajduie się wyrobiona fuga, (iako to z horyzontalnego teyże łaty przecięcia F, miarkować można) w którą wsuwa się pręt drewniany (teyże figury co sama fuga) w długości swojej połowie łaty wyrównywaiący.

Na iednym koncu pomienionego pręta iak np. na C, osadza się gałka drewniana, służąca do tego, aby uiawszy ią ręką, można było z łatwością pręt w fudze swéy, podług potrzeby na dół lub w górę posunąć. Przy drugim końcu D, iest przytwierdzona sztuka blachy albo też deszczułka biało malowana, maiąca w środku swoim cel czarno malowany: który byđź może albo figury okrągley, albo też nakształt krzyża. Do tego, w któremkolwiek mieyscu tegoż pręta iak tu przy G, znajdować się powinna gwintowa śrubka, aby pręt za pomocą iey mógł byđź w przyzwoitey wysokości do łaty przytwierdzony.

Jeżeli w czasie roboty, promień oczny przechodzący przez celowniki równowagi, nad łatę wypada; natenczas mając tak sporządzoną łatę, można jeszcze pręt z tarczą na kilka łokci w górę podnieść, iak np. na H. Jeżeli zaś promień oczny dołem padać będzie: w tym razie koniec górny A, na dół, a dolny B, do góry obrócić potrzeba, aby tarcza do niskości przyzwoitey posunięta być mogła, iak np. na J. W obudwu razach, wysokość promienia celowego padającego na środek tarczy, nawygodniey jest rachować od ziemi do dolney tylko krawędzi tarczy: co w rachunku żadney nie sprawi odmiany, ponieważ cel zawsze w pośrodku tarczy się znajduje; przeto też zawsze się iednakowa ilość od prawdziwey wysokości promienia odejmuie.

§. 88. *Równoważenie proste czyli pojedyncze troiako może być czynione.*

Równoważenie pojedyncze, *Libellatio simplex*, nazywa się wtenczas, gdy dwa punkta dane do równoważenia nawięcey 150 albo 200. sążni są od siebie odległe. W takiem równoważeniu narzędzie troiako może być ustawione: naprzód na obu punktach następnie: powtóre w pośrodku między punktami danemi do równoważenia, i w odległościach równych: potrzebie w pośrodku, ale w nierównych odległościach od punktów do równoważenia przedsięwziętych. Stąd wynika troisty sposób równoważenia.



*Sposób pierwszy.* Na obu punktach *A, B*, *Tab. 11.* danych do równoważenia utwierdzam dwa *Fig. 4.* pręty z tarczami prostopadle. Potém przy obu prętach następnie ustawiając narzędzie, uważam z osobna każdej tarczy wysokość. Które jeżeliby pokazały się równe, byłoby znakiem, że oba punkta dane są do równowagi. Jeżeliby zaś nie były równe, miejsce to będzie niższe, do którego większa liczba miar na pręcie oznaczonych, rachując je od spodka do znaku na tarczy będącego, należy. Odciągnąwszy zatém wysokość mniejszą od większej, reszta pozostała okaże różnicę ich wysokości. I tak gdyby np. wysokość tarczy na *A*, była calów 18, a na *B*, calów 11, różnica między 18. i 11, okaże, że miejsce *A*, jest niższe od miejsca *B*, na 7 calów.

Równoważenie takie zowie się odwrotne, *Libellatio reciproca*. Którego używając nie potrzeba czynić żadnej poprawy z przyczyny zachodzącej różnicy między równowagą prawdziwą i równowagą pozorną. Ponieważ na każdym stanowisku odległości między narzędziem i tarczami są równe.

*Sposób drugi.* Gdy dwa punkta *Y, b*, *Tab. 9.* dane do równoważenia są takie, że albo *Fig. 91.* na obudwu, albo na jednym z nich nie może być ustawione narzędzie, dla jakowej przeszkody: natenczas można je

ustawić w pośrodku między temiż punktami, to jest, aby odległości tarcz od stanowiska były sobie równe. Na tak obraném stanowisku ustawivszy narzędzie, szukać potrzeba wysokości tarcz: te od siebie odciągnięte, okażą różnicę wysokości dwu miejsc danych. I tak gdyby wysokość tarczy ustawioney w punkcie *b*, wynosiła calów 14, a tarczy będącey na punkcie *Y*, calów 20, różnica okazuje, że punkt *Y* jest niższy od punktu *b*, na calów 6.

Sposób ten równoważenia równie iak i poprzedzający nie potrzebuie poprawy, a to iż różnica mała zachodzi między równowagą pozorną, a równowagą prawdziwą.

*Tab. 9.*      *Sposób trzeci.* Jeżeliby ani na obu punktach następnie, ani w równej odległości między niemi narzędzie nie mogło być ustawione, w takowym razie, obiera się za stanowisko iakiekolwiek miejsce *w*, chociaż nie w jednakowey odległości będące względem punktów *A. C*, i szuka się wysokości tarcz iak i w innych przypadkach.

Po wynalezieniu wysokości tarcz, trzeba przemierzyć iak naydokładniey odległości między stanowiskiem i obiema tarczami: a to dla uczynienia poprawy w wysokościach tarcz z przyczyny odmienney różnicy zachodzącey między ró-



wnowagą prawdziwą. Ta zaś odmienność różnicy pochodzi w tym razie z nierównej odległości narzędzia od punktów *A, C*, danych do równoważenia.

§. 89. *Równoważenie złożone.*

Równoważenie złożone nic innego nie jest, tylko ciąg równoważeń pojedynczych, nieprzerwanem pasmem między sobą połączonych. Używać się zwykło wtenczas, gdy dwa punkta dane do równoważenia są odlegleysze, iako to na ćwierć, pół mili, milę, lub więcej. W takim razie tę przywiększą odległość potrzeba naprzód należycie rozpoznać i iey plan czyli mapkę sporządzić. *Powtóre* podzielić ją na kilka, albo kilkanaście pomniejszych części, z którychby każda 300. 500. albo 600. sążni zamykała, i te na mappie oznaczyć. *Potrzebie.* W te punkta, na których pręty z tarczami mają być ustanawiane, potrzeba powbiiać paliki tém dłuższe, im grunt będzie rzadszy: wspomniane paliki mocno, równo i iednostaynie nad ziemią wznosić się powinny, a to aby nie mogły być łatwo z ziemi wyciągnięte. Jeżeliby zaś równoważyły się wody, paliki rzeczone powinny być zabite równo z wodą, do czego obierać należy czas, w którymby wody spokojnie płynęły. Punkta nakoniec sta-

nowisk oznaczyć należy wbiiając w nie paliki liczbami naznaczone. Ostrożność ta użyteczna bydz może do zapisywania dokładnego liczby iuż stanowisk, iuż wysokości tarcz. Uczyniwszy takowe przygotowanie do równoważenia przedsięwziętey okolicy przystępuje się w sposób następujący.

*Tab. 9.* Chcąc np. między dwoma odlegley-  
*Fig. 91* szemi mieyscami  $b, R$ , znaleźć różność równowagi, podziel najprzód tę przywiekszą odległość, tak iak się dopiero powiedziało, na pomnieysze odległości  $bY, YU, UR$ : powtóre stanawszy z równowagą w pośrodku pierwszej odległości  $bY$ . kieruy celowniki ku tarczom ustawionym na punktach  $b, Y$ , każdy zaś pomocnik niechay odrachue na przecie wysokość swey tarczy, i one dla pamięci w raptularzu zapisze.

Po odprawioném równoważeniu pierwszej, odległości  $bY$ , niech pomocnik stojący na  $Y$ , przejdzie na trzeci następujący punkt  $U$ , pomocnik zaś z mieysca  $b$ , niech stanie ze swą tarczą na punkcie od poprzedzającego pomocnika opuszczonym, to iest na punkcie  $Y$ : to gdy się stanie, celuy iak pierwey z pośrodka odległości  $UY$ , ku tarczom na punktach  $U, Y$ , ustawionym, obadwa zaś pomocnicy niech znowu wysokości tarcz swoich w raptularzu zapiszą, to iest: pomocnik na  $Y$ , niech za-



pisze wysokość  $YW$ , a pomocnik na  $U$ , wysokość  $US$ .

Tensam sposób postępowania zachowasz z równoważeniem trzeciej odległości  $UR$ , i tylu innych, ile ich tylko znajdować się będzie: na to zawsze pamiętaj, aby ten pomocnik, który przodem idzie ku drugiemu końcowi całej odległości, stał zawsze przy punkcie następującym, a drugi przy punkcie od pierwszego opuszczonym.

Po zakończonych wszystkich szczególnych działaniach, zbierz w jedną sumę wysokości od pierwszego pomocnika oznaczone, a w drugą, wysokości zapisane od drugiego. Różnica tych dwóch summ, będzie różnicą wysokości dwóch punktów skrajnych, które równoważyć postanowiłeś. Któremu zaś punktowi większa odpowiedź będzie summa, ten będzie niższym od drugiego. Daymy, że  $bB. = 2. YX = 3.$

$$YW = 6. US = 4.$$

$$UT = 2. RO = 9.$$

---


$$10. \quad 16.$$

Różnica między temi dwoma summami jak tu 6, daie poznać, iż miejsce  $R$ , sześcią łokciami jest niższe od miejsca  $b$ .

Gdyby wyciągała potrzeba ukazać w rysunku różnicę wysokości punktu pierwszego, względem każdego innego między punktami skrajnymi pośredniego, w tym razie:

Każesz naprzód poustawiać tarcze na tych wszystkich miejscach, gdzie znakietsze nierówności ukazują się, iak tu np. w punktach *C, K, N, R*, i t. d. potem odmierzywszy odległość każdej laski pierwszej względem poprzedzającej, szukay tak, iak dopiero było powiedziano, równowagi między dwoma końcami każdej z owych odległości, i postrzeżone od obudwóch pomocników wysokości, zaraz zapisuy w umyślnie przygotowaney do tego tablicy, (iaka iest niżej położona,) tak aby wysokości *AF, CD, KH, NL, RO, US, YX*, każdej tarczy pierwszej, w rzędzie pierwszym, a wysokości *CE, KH, NL, RP, UT, YW, Bb*, każdej tarczy drugiej, w rzędzie drugim znajdowały się położone: w siódmym zaś czyli ostatnim teyże tablicy rzędzie, zapiszesz odległości między każdymi dwoma tarczami wymierzone, tak iak po sobie następuią. Nadto możesz na raptularzu iakokolwiek oznaczyć nierówności znajdujące się między punktami równoważonemi.

Po zakończoném działaniu na gruncie, połóż w rzędzie trzecim tablicy, pierwszą wysokość *AF*, tarczy pierwszej, do teyże wysokości przyday drugą *CD*. i sumnę ich zapisz w tym samym rzędzie pod wysokością *AF*. Do summy *C*, przyday znowu następującej tarczy pierwszej wysokość *KH*, i sumnę ich zapisz pod summą *C*.



tak daley następujące wysokości szczególne tarczy pierwszej dodając do summy nowo zrobioney, zapisywać ie będziesz w tymże rzędzie trzecim pod summą poprzedzającą. Ten sam sposób postępowania zachowasz z wysokościami wszystkich tarczy drugich, które się w drugim rzędzie znajdują, a summy z dodawania wynikające zapisywać będziesz w rzędzie czwartym.

Teraz każdą summę rzędu trzeciego odciągnij od summy obok położoney rzędu czwartego, i znalezioną różnicę zapisz w rzędzie piątym, ieśli summa rzędu trzeciego większa iest od summy rzędu czwartego: napiszesz zaś w rzędzie szóstym, ieżeli summa rzędu trzeciego mnieysza iest od summy przyległej rzędu czwartego: natenczas liczby w rzędzie piątym okazywać będą o ile niektóre punkta wyższe są względem punktu pierwszego, w rzędzie zaś szóstym położone, okazywać będą, o ile niektóre punkta są niższe od tegoż punktu pierwszego.

Tym sposobem odprawiwszy rachunek, łatwo całkowitą zrównoważoną odległość w rysunku ukazesz, to iest *naprzód* wyciągnij na papierze linią *Ac*; *powtórę*, biorąc z podziałki części równe odległościom prętów zapisanym w rzędzie siódmym, przeniesz ie na tęż linią *Ac*, iakoto: od *A*, do *G*, od *G*, do *g*, od *g*, do *M*, i t.d. zupełnie tym porządkiem, ia-

kim też odległości na tablicy w rzędzie siódmym są zapisane; *potrzebie*, z końca każdego takowego podziału wystaw linią prostopadłą w stronę przyzwoitą, iak tu np. z punktu *A*, prostopadłą *AF*, z punktu *G*, prostopadłą *GC*, z punktu *J*, prostopadłą *JK*, i t. d. *naościek*, gdy przyzwoitym porządkiem różnice wysokości znajdujące się w rzędzie piątym i szóstym przeniesiesz z podziałki na pomienione prostopadłe, a potem przez punkta *A*, *C*, *K*, *N*, *R*, *U*, *Y*, *b*. wyciągniesz linią wężykowatą, będziesz miał wygotowany rysunek odległości zrównoważoney.

Wysokości Tarcz.		Summa wysokości Tarcz.		Różnica wysokości punktu 1go A, od innych następnych.		Odległości między Tarczami.
I zych	2gich	I wszych aż do	2gich aż do	Wyższy od 1go	Niższy od 1go	
c. l.	c. l.	c. l.	c. l.	c. l.	c. l.	
AF. 10.6	CE. 6.6	A. 10.6	C. 6.6	CG. 4.0	- -	29° 3'.
CD. 3.1	KH. 9.8	C. 13.7	K. 16.2	- -	JK. 2.7	22. 1.
KH. 8.9	NJ. 10.2	K. 22.4	N. 26.4	- -	MN. 4.0	11. 4.
NL. 10.2	RP. 9.4	N. 32.6	R. 35.7	- -	QR. 3.1	8. 2.
RO. 10.9	VT. 2.9	R. 43.2	U. 38.4	VU. 4.11	- -	36. 3.
US. 5.8	YW. 9.8	U. 48.11	Y. 48.0	ZY. 0.11	- -	21. 1.
YX. 4.11	Bb. 2.10	Y 53.10	B. 50.10	bc. 3.0	- -	40. 5.

Można także różnicę wysokości, zachodzącą między dwoma iakowemi miejscami, wyznaczyć tym samym sposobem, który wyłożyliśmy w §. 5. mówiąc o pomiarze linii na nierównym gruncie położoney. I tak np. (Fig. 72. Tab. 8.) chcąc znaleźć różnicę wysokości



między dwoma punktami  $A$ , i  $c$ ; natenczas ułożwszy żerdzi albo też sznury  $cb$ ,  $ab$ , poziomo tak, jak się w pomienionym paragrafie powiedziało, gdy potem wymierzysz wysokości kolumn  $aA$ ,  $bb$ ; ich summa okaże, o ile punkt  $c$ , jest wyższy od punktu  $A$ . co przez się jest oczywiste.

*Przykład drugi równoważenia złożonego.*

Jeżeliby plac d. równoważenia dany był nie bardzo górzysty, może być zrównoważony i następującym sposobem. I Tab. 11.  
Fig. 5. tak niech będzie punkt  $A$ , od którego trzebaby dóysdź o ile inny  $G$ : od pierwszego jest niższy. Chcąc tedy te dwa punkta zrównoważyć, wymierza się odległość danych dwu punktów do równoważenia, i miejsca stanowisk oznaczają się zabitemi palikami. Powtórę, stanąwszy z równowagą w pośrodku  $L$ , między dwoma palikami celuje się do punktu  $A$ , na którym palik równo z ziemią jest wbity, i pręt z tarczą jest ustanowiony. Za wycelowaniem tarcza ustanawia się podług promienia ocznego, przechodzącego przez celowniki równowagi. Nie odmieniając potem wysokości tarczy oznaczonej na pierwszém stanowisku, przenosi się pręt z tarczą z punktu  $A$  na  $B$ , a ustanowiwszy go na paliku pionowo, póty palik  $B$ , wbija się dalej w ziemię.

albo się do góry podnosi, poki promień oczny przechodzący przez celowniki narzędzia nie padnie na cel tarczy. Natenczas wierzchołki palików  $A$  i  $B$  będą do równowagi, a wymierzwszy wysokość palika  $B$ , nad ziemię wychodzącego, będzie wiadomo o ile punkt  $A$  od punktu  $B$ , będzie wyższy. Na drugim stanowisku iako i następnych podobnie się postępuje, iak i na pierwszym. To jest równowaga ustanawia się między punktem  $B$  i  $C$ . na  $M$ , nie poruszając pręta będącego na punkcie  $B$ , tarcza powtórnie ustanawia się podług promienia ocznego i utwierdza: potem nie odmieńniając iey wysokości, przenosi się na  $C$ , i ten palik znowu zniża się albo podwyższa, aż promień oczny narzędzia padnie na cel w pośrodku tarczy będący: wymierzwszy nakoniec wysokość palików od ziemi, różnica pokaże o ile punkt  $A$  jest wyższy od punktu  $C$ . Tym sposobem odprawnie się równoważenie i na innych miejscach. Sposób ten równoważenia różni się w tém od sposobu w §. 89. wyłożonego, iż się podług tamtego odległość tarcz od ziemi, w tym zaś wysokość palików nad ziemię wychodzących zapisuie.

Jeżeli by zaś grunt tak się zniżał, iżby dla znalezienia równowagi punktów następujących względem poprzedzających, paliki musiałyby być bardzo wysokie,



to jest, gdyby ieden iak tu np. w punkcie *C*, palik nad ziemię wznosił się na stóp 4. i dlatego następujące w *S*, *E*, *F*, *G*, powinnyby być nierównie wyższe z przyczyny zbyteczney pochyłości gruntu: w tym razie przy punkcie *C*, wbiła się inny *D*, niższy, i zanotowawszy to zniżenie, daley się dochodzi różności równowagi. Podobnież postąpić należy, gdy się grunt podwyższa.

Takiego równoważenia profil robi się, poprowadziwszy na boku mapy linią równoległą do linii podług której równoważenie się czyniło. Taż linia dzieli się na tyle części, na ile była podzielona na ziemi. Od każdego podziału wyprowadza się prostopadła i na każdą przenosi się tyle części z podziałki, iaka była wysokość palika od ziemi: wierzchołki nakoniec tych linii prostopadłych złączywszy, wyrazi się pochyłość żądana.

§. 90. *Wybić tamę, albo wysypać groblę, któreyby wierzch, czyli korona na 4ry stopy była wyższa nad największy zbiór wody.*

W punktach *S*, *O*, zabitemi równo z po-Tab. 11.  
wierzchnią wody palikami, oznacza się Fig. 7-  
iey wysokość. W odległości daney od rzeki np. w punkcie *L*, zabiła się palik bę-

dący w równowadze z palikiem *S*. i zaczawszy od punktu *L*, równoważy się linia, podług której tama, albo grobla powinna być wysypana, a dla uniknienia pomyłki obierają się stanowiska co 10 prętów w punktach *M, N, P, Q, R, T*, i t. d. Gdy się równoważy wspomniona odległość, dochodzić należy, o ile punkt *X*, będący na końcu grobli względem punktu *O*, jest wyższy albo niższy. Daymy, iż ten punkt *X* jest wyższy od powierzchni wody na 2 stopy i cali 3, czyli na cali 27. Summę tę cali dzielię przez liczbę 9: stanowisk. Wieloraz 3. okazuje o ile wysokość grobli zmniejszać się powinna, dawszy w punkcie *L*, wysokość grobli żadaną. To jest ponieważ w *L*, grobla wznosić się powinna nad powierzchnią wody na stop 4, w punkcie *M*, zniżać się powinna calami 3, czyli powinna być tylko wysoka na stop 3, i cali 9. Na punkcie *N*, stop 3, i cali 6. i t. d. aż na końcu w punkcie *X*, będzie tylko wysoka na stopę 1, i cali 9. Ze zaś palik *X*, względem palika *O*, zabitego równo z powierzchnią wody jest wyższy stopami 2, i calami 3, przeto ta wysokość dodana do wysokości grobli, czyli do 1 stopy i cali 9, stop 4 uczyni.

Profil zaś grobli względem długości wyrażony jest na Figurze 8. Tab. 11.