

ROZDZIAŁ XVIII.

POCZĄTKI RÓWNOWAŻENIA

(libellatio, nivellement).

56. Na gruntach danych do mierzenia często znajduje się woda, którą wypada niekiedy sprowadzać z miejsca jednego na drugie, bądź dla osuszenia gruntów, bądź dla innej potrzeby. Aby ta robota, wymagająca częstokroć wielkich nakładów i pracy, nie była bezskuteczną, należy przed jej zaczęciem przekonać się przez równoważenie gruntu, czy sprowadzenie wody może być wykonane.

Przedmiotem *sztuki równoważenia* jest dochodzenie różnicy między odległościami od środka ziemi, dwóch albo więcej punktów, czyli dochodzenie nierówności na powierzchni ziemi znajdujących się. Mówi się że dwa albo więcej punktów są do *równowagi*, gdy są równo oddalone od środka ziemi; czyli gdy należą do powierzchni kulistej równoległej względem powierzchni wód stojących; płyny bowiem będące w spoczynku mają tę własność, że ich powierzchnie biorą kształt kulistej; albo z przyczyny wielkości promienia ziemskiego, można powierzchnią wody zamkniętej w małej przestrzeni uważać za płaską.

Przychodzimy do oznaczenia różnicy równowagi punktów, odnosząc ich położenie do linii poziomej danej, bądź przez linię prostopadłą do linii pionowej, bądź

przez linią równoległą względem osi naczynia walcowatego napełnionego płynem, i zamykającego bulkę powietrzną, bądź przez promień oczny przechodzący przez powierzchnię płynu zamkniętego w naczyniu. Stąd narzędzia ku temu zamiarowi służące, mają nazwisko *równowagi pionowej, powietrznej, i wodnej* (*).

Fig.26. Wystawmy sobie w punkcie C środek ziemi; wszelki łuk BA zakreślony na iey

Fig.24. (*) *Równowaga wodna* iest to rurka mosiężna albo blaszana 4 stopy długości, u ieden cal średnicy zwyczajnie mająca, w której końcach AC, BD zakrzywionych pod kątem prostym osadzone są rurki szklanne. Na połowie rurki przyprawiona iest u spodu ryfka, za pomocą której rurka CABD osadza się na trójnogu. Chcąc użyć tego narzędzia, wypełnia się cały kanał rurki wodą zafarbowaną, tak, aby ta w rurkach szklanych wznosiła się do wysokości 2 lub 3 cali.

Fig.25. Do działań równoważenia potrzebny iest *pręt dwusążniowy* MN z tarczą; ten składa się z łaty drewnianej podzieloney na części równe, i mającey w kierunku podłużnym wyrobioną fugę, w którą zapuszczony iest pręt drewniany mający połowę tej długości co łata, opatrzoney na iednym końcu galką, za pomocą której może się posuwać do góry lub na dół, a na drugim tarczą mosiężną ab, mającą wielkość stopy kwadratowey, i podzieloną linią poziomą na dwa prostokąty równe, z których prostokąt górny iest biało, a dolny czarno malowany. Przy łacie znayduie się śruba, za pomocą której pręt w stosowney wysokości, do łaty przytwierdzać się może.

powierzchni, nazywa się *linią równowagi prawdziwej*, a styczna BT *linią równowagi pozornej*. Część AT siecznej TD, zowie się *wysokością równowagi pozornej BT nad prawdziwą BA*, czyli *różnicą między równowagą pozorną a prawdziwą*.

Rzecz widoczna, że równowaga pozorna BT i prawdziwa BA tem bardziej oddalają się od siebie, im są daley przedłużone za punkt dotknięcia B. Lecz że okrąg ziemi jest tak wielki, że wzięta na nim linia na 100 sążni długa nie różni się prawie od linii prostej; więc w tym przypadku, równowagę pozorną BT można wziąć za prawdziwą BA; w większych zaś odległościach dochodzących 300 lub 400 sążni, należy wynaleść wysokość AT równowagi pozornej nad prawdziwą, która tak się otrzymuje. Ponieważ od punktu T wziętego za kołem, poprowadzona jest sieczna DT, i styczna BT, będzie więc $DT:BT=BT:AT$ (III, 12), stąd $AT=BT^2$.

\overline{DT}

Aże różnica AT między sieczną DT, a średnicą DA, jest ilością tak małą w porównaniu do średnicy ziemi, iż uważać ją można za żadną, a tem samem przypuścić, że $DA=DT$; więc będzie $AT=\overline{BT^2}$;

\overline{DA}

to jest wysokość równowagi pozornej nad prawdziwą jest równa kwadratowi z odległości dwóch punktów B, T, danych do równoważenia, podzieloney przez średnicę ziemi. Znajdziemy podobnie że na inną odległość BT', wysokość A'T' będzie $=\overline{BT'^2}$; więc $AT:A'T'=\overline{BT^2}:\overline{BT'^2}$, czyli

$\overline{DA} \quad \overline{DA} \quad \overline{DA}$
 $AT:A'T'=\overline{BT^2}:\overline{BT'^2}$; to jest wysokości równowagi pozornej nad prawdziwą są pro-

porcyonalne kwadratam z odległości między punktami danemi do równoważenia.

Jeżeli $BT=300$ sąż., a średnicę ziemi weźmiemy wyrachowaną na 6538594 sąż. (*) będzie $AT=\frac{200000}{6538594}$ sąż. = 1 cal. blisko.

Maiąc więc wyrachowaną wysokość równowagi pozorney nad prawdziwą na odległość daną, można za pomocą powyższej proporcji, wynaleść wysokość odpowiednią inney odległości np. 1000 sąż.; będzie bowiem $90000:1000000=1\text{ cal.}:X$, stąd $X=\frac{1000000}{90000}$ cal. = 11 cal. blisko.

Tym sposobem możnaby wyrachować i ułożyć w tablice wysokości równowagi pozorney nad prawdziwą na różne odległości punktów danych.

Fig. 27. Chcąc zrównoważyć dwa punkta E, A, dane na gruncie, widzialne jeden z drugiego, i tylko na 100 sążni od siebie odległe, ustawić należy do poziomu równowagę wodną w punkcie E, i tę skierować na punkt A, gdzie stojący pomocnik zatknąwszy pręt pionowo, póty osadzoną na nim tarczę podnosić lub zniżać powinien, póki obserwujący w punkcie E, nie ostrzeże go znakiem umówionym, iż promień oczny CDO, przechodzący przez powierzchnię płynu w rurkach szklanych, pada na połowę tarczy. W tem położeniu utwierdziwszy tarczę, mierzy się wysokość OA, i wysokość Ex promienia ocznego. Jeżeli te dwie wysokości są ró-

(*) Jest tu mowa o sążniach francuz. (toises); których 766 czyni 864 sążni polskich nowych, zatem 1 sążeń polski $=\frac{766}{864}=\frac{383}{432}$ sążni francuzkich. Obacz dzieło J. Colberga, o porównaniu miar i wag, stro. 18 i 28.

wne, punkta E, A, będą do równowagi. Jeżeli zaś wysokość OA, jest mniejsza albo większa od wysokości Ex będzie w pierwszym razie punkt A wyżej, w drugim niżej, punktu E.

Jakoż, ponieważ doświadczenie dowiodło, że wszystkie punkta powierzchni wody stojącej układają się do zupełnej równowagi, więc punkta C, D, powierzchni wody zamkniętej w rurkach należą do linii równowagi prawdziwej, a zatem promień oczny CDO przechodzący przez punkta C, D do punktu O, jest linią równowagi pozornej. Aże wiemy, że w odległości 100 sążni linią równowagi pozornej można wziąć za linią równowagi prawdziwej, więc wszystkie punkta linii CDO równowagi pozornej są równo oddalone od środka ziemi. Zatem, jeżeli dwa punkta E, A, są równo oddalone od promienia ocznego CDO, będą też równo oddalone i od środka ziemi, będą więc do równowagi; jeżeli zaś punkt A jest mniej, albo więcej oddalony od promienia ocznego CDO, niżeli punkt E, będzie punkt A odleglejszy, albo bliższy środka ziemi niżeli punkt E, czyli będzie w pierwszym razie wyżej, w drugim niżej punktu E.

Jeżeli odległość między dwoma punktami A i B jest większa od 100 sążni, lecz nie przechodzi 200stu; wtedy dla zrównoważenia tych punktów obiera się między nimi w równej prawie odległości punkt M, i w tym ustawivszy równowagę, celuje się naprzód do pręta z tarczą ustawionego pionowo w punkcie A, i zmierzona

na przecie wysokość PA, zapisuie się w brulionie. Celuie się następnie do tarczy ustawioney w punkcie B, i zmierzona wysokość BJ podobnież zapisuie się. Jeżeli wysokości PA, BJ, są równe, dwa punkta A i B będą do równowagi; jeżeli zaś wysokość JB jest mniejsza, albo większa od wysokości PA, będzie, w pierwszym razie, punkt B wyżej, w drugim niżej punktu A.

Widzimy tu, iż, przypuściwszy że punkt M jest w równej odległości od punktów A i B; wszystkie punkta równowagi pozorney DCP i CDJ, można uważać za punkta równowagi prawdziwey; zatem różnica między wysokościami PA, JB, będzie dokładną różnicą równowagi dwóch punktów A i B.

Chcąc więc zrównoważyć dwa punkta A i G, na kilkaset sążni od siebie oddalone, podzielić należy odległość AG na pewną liczbę części równych AM, MB, BH, HG; i dla zrównoważenia naprzód punktów A i B, ustawić równowagę w punkcie M, i iednego pomocnika z tarczą w punkcie A, dla oznaczenia wysokości AP, drugiego zaś w punkcie B, dla oznaczenia wysokości JB; a gdy każdy z nich zapisze w brulionie znalezioną wysokość; przenieść potrzeba równowagę na punkt H, drugiego pomocnika z punktu B na G dla oznaczenia wysokości LG, a pierwszego z punktu A na B, dla wymierzenia wysokości FB, i znalezione wysokości znowu przez pomocników zapisać się powinny. To wykonawszy, ponieważ na stanowisku M, różnica równowagi dwóch

punktów A i B, jest $AP - JB$; na stanowisku H, różnica równowagi punktów B i G, jest $FB - LG$; zatem $AP - JB + FB - LG = (AP + FB) - (JB + LG)$; co pokazuje, że dla zrównoważenia punktów A i G, potrzeba wziąć sumę wysokości JB, LG, oznaczonych przez pomocnika na-przód idącego, potem sumę wysokości AP, FB, oznaczonych przez pomocnika po nim idącego, i te dwie summy od siebie odciągnąć, a reszta będzie dokładną różnicą równowagi punktów A i G, bez względu na różnicę równowagi pozornej od prawdziwej.

Daymy że $AP = 4$ łok. $JB = 3$ łok. $FB = 6$ łok. $LG = 10$ łok: będzie $(AP + FB) - (JB + LG) = (4 + 6) - (3 + 10) = 3$ łok-ciom; zatem punkt G jest o 3 łokcie niżej od punktu A.

Równoważenie nazywa się *proste*, gdy za iednem tylko odbywa się działaniem; *złożone*, gdy powstaie z kilku pojedynczych działań. Aby sprawdzić działanie równoważenia odbytego od A do G, potrzeba powtórzyć tę samą robotę idąc od G do A; i gdy wypadek w drugim razie otrzymany niewiele różni się od poprzedzającego, wtedy połowę summy obu wypadków, można uważać za różnicę równowagi punktów A i G.

Tak postępując nietrudno będzie przekonać się, który z punktów danych dla równoważenia jest wyżej albo niżej drugiego, i poznać razem, czy sprowadzenie wody z iednego miejsca na drugie się uskutecznić.

K O N I E C.



10.43

Pomyłki znaczniejsze druku.

karta	wiersz	zamiast	czytaj
1	22	ACRD	ACDB.
8	23	CA	FD.
20	5	(twier: 4.)	(twier: 5.)
31	35	w około	w koło
39	16	EE	EF
41	36	ABED	ABCD
48	16	FC	EC
57	1	BC, AC	BC : AC
58	1	Zagadnienie	Twierdzenie
118	37	są równo	równo
136	35	ABD	ABC
143	20	W	$\frac{W}{3}$
143	21	πW	$\frac{\pi W}{3}$
164	25	czyli jest ciężką,	czyli ciężki.
172	31	CB—BF	CB—CF
177	5	przydałek	przypadek.



no. 43











