

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXXVI.

Lwów, dnia 10 stycznia 1918.

Nr. 1.

TREŚĆ: K. Skibiński: O stosowaniu murów podporowych w przekopach. — Wiadomości z literatury technicznej. — Sprawy Towarzystwa.

O stosowaniu murów podporowych w przekopach.

Odczyt wygłoszony 17. października 1917 r. przez prof. K. Skibińskiego.

Na drogach, a jeszcze częściej na liniach kolejowych, widzi się w głębszych przekopach, szczególnie na stokach, długie skarpy, których utrzymanie pozostawia nieraz wiele do życzenia. Skarpy takie są na oszczędnie budowanych kolejach strome, trudne do zamurawienia, a woda po nich spływająca tworzy bruzdy, z czasem coraz bardziej pogłębiające się. Ich konserwacja wymaga kosztów i ciągłej troski inżyniera, a często nawet dodatkowych kosztów dla osuszenia lub złagodzenia stromej skarpy.

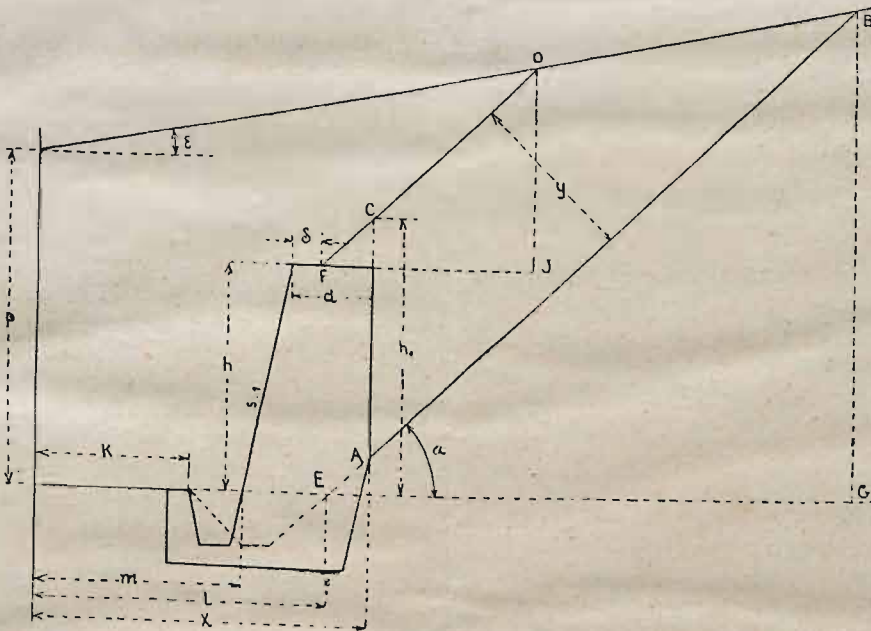
Patrząc na te skarpy przychodzi mimowoli na myśl, czemu nie zastosowano w przekopie murów podporowych, któreby skarpe skróciły, a stałość bu-

pę EB zastosujemy mur podporowy, to zaoszczędzimy powierzchnię przekopu $ABDC$. Tę oszczędność należy porównać z kosztem muru. Jeżeli k_p i k_m oznaczają jednostkowe ceny roboty ziemnej i muru (wraz z wykopem pod fundament); jeżeli P oznacza powierzchnię przekopu bez muru, F_p powierzchnię zaoszczędzoną, a F_m powierzchnię muru (ewentualnie wraz z wymurowanym rowem), to całkowity koszt wyniesie:

$$K = k_p(P - F_p) + k_m F_m.$$

Jeżeli literą n oznaczymy stosunek $k_m : k_p$, to będzie:

$$1. \dots K = Pk_p - k_p(F_p - nF_m).$$



Rys. 1.

dowli zwiększyły. Przyczyną tego jest mylne zapatrywanie, że obszerniejsze stosowanie murów podporowych jest nieekonomiczne. To zapatrywanie nie jest jednakże poparte głębszym badaniem tej sprawy — wszak nawet najlepsze podręczniki o projektowaniu linii komunikacyjnych nie zastanawiają się nad kwestyą, czy lub kiedy jest stosowanie murów podporowych korzystne.

Ta kwestya stanowi treść niniejszej pracy. Jeżeli w przekopie obok (rys. 1) zamiast wykonać skar-

Gdy wyraz w nawiasie jest dodatni lub ujemny, otrzyma się przy stosowaniu muru podporowego albo oszczędność albo też zwiększenie kosztów. Ilości F_m i F_p należy bliżej określić.

Powierzchnia muru podporowego F_m zawisła jedynie od jego wysokości. Wprowadzamy wysokość h od niwelety do korony. Znając szerokość korony d i wysokość h , możemy dla każdego obranego typu muru wyznaczyć F_m .

W celu uniknięcia zbyt wielu komplikacji we wzo-

rach ustawić się mających, przyjmujemy z góry, że między d i h istnieje związek podług linii prostej, czyli, że d da się wyrazić wzorem:

$$2. \quad d = f + gh,$$

w którym f i g są to ilości stałe, obranemu typowi właściwe. Wtedy powierzchnia muru:

$$3. \quad F_m = a_m + b_m h + c_m h^2.$$

Powierzchnia zaoszczędzonego przekopu F_p jest zależna od trzech czynników, mianowicie od kąta nachylenia skarpy α , obranego stosownie do zwiększenia materiału przekopu, od kąta nachylenia terenu ε , i od wymiarów muru. Przyjmujemy, że korona muru jest na długość $d - \delta$ ziemią przykryta. Wymiar δ jest stały. Jak z rysunku widać, zaoszczędza się powierzchnię $ABDC = \frac{AB + CD}{2} \cdot y$.

Oznaczmy literą k połowę szerokości korony drogi, literą p głębokość przekopu w osi drogi, literą h_1 wysokość między niweletą a punktem przecięcia C przedłużenia tylnej ściany muru ze skarpą CD ; wprowadźmy następnie odstęp x od osi drogi m , l i x , a skarpowatość przedniej ściany muru $5:1$, tak jak się ją zwykle przyjmuje, to otrzymamy po kolei:

$$\begin{aligned} h_1 &= h + (d - \delta) \tan \alpha = (f - \delta) \tan \alpha + h(1 + g \tan \alpha) \\ x &= m + d + 0.2h = m + f + h(g + 0.2) \\ y &= [h_1 - (x - l) \tan \alpha] \cos \alpha = \\ &= [h(1 - 0.2 \tan \alpha) + (l - m - \delta) \tan \alpha] \cos \alpha \\ &\text{lub } y = \beta h + \gamma, \text{ gdy} \end{aligned}$$

$$4. \quad \beta = \cos \alpha - 0.2 \sin \alpha, \quad \gamma = (l - m - \delta) \sin \alpha.$$

Rzut skarpy:

$$BG = AB \sin \alpha + (x - l) \tan \alpha = p + (x + AB \cos \alpha) \tan \varepsilon,$$

więc $AB \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\cos \varepsilon} = p + l \tan \alpha - x(\tan \alpha - \tan \varepsilon)$.

Podobnie rzut:

$$\begin{aligned} DI &= CD \sin \alpha + (d - \delta) \tan \alpha = \\ &= p - h + (x + CD \cos \alpha) \tan \varepsilon, \text{ zatem} \\ CD \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\cos \varepsilon} &= p - h + x \tan \varepsilon - (d - \delta) \tan \alpha. \end{aligned}$$

$$\text{Suma } (AB + CD) \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\cos \varepsilon} = 2p + l \tan \alpha - h - x(\tan \alpha - 2 \tan \varepsilon) - (d - \delta) \tan \alpha.$$

A po wstawieniu wartości za x i d z poprzednich wzorów:

$$\begin{aligned} (AB + CD) \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\cos \varepsilon} &= 2p + l \tan \alpha - h - \\ &- (m + 0.2h)(\tan \alpha - 2 \tan \varepsilon) - \\ &- 2(f + gh)(\tan \alpha - \tan \varepsilon) + \delta \tan \alpha = \\ &= 2p + (l + \delta - f) \tan \alpha - (m + f)(\tan \alpha - 2 \tan \varepsilon) - \\ &- h[1 + 2(g + 0.1) \tan \alpha - 2(g + 0.2) \tan \varepsilon], \text{ lub} \\ &\frac{AB + CD}{2} = \frac{2p + \psi - \varphi h}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)}. \end{aligned}$$

W tym wyrazie oznacza:

$$5. \quad \begin{cases} \varphi = 1 + 2(g + 0.1) \tan \alpha - 2(g + 0.2) \tan \varepsilon \\ \psi = (l + \delta - f) \tan \alpha - (m + f)(\tan \alpha - 2 \tan \varepsilon). \end{cases}$$

Ostatecznie otrzyma się:

$$\begin{aligned} F_p &= \frac{[2p + \psi - \varphi h][\gamma + \beta h]}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)} = \\ &= \frac{(2p + \psi) \gamma + h[(2p + \psi) \beta - \varphi \gamma] - h^2 \beta \varphi}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)}. \end{aligned}$$

$$6. \quad \text{Podstawmy } F_p = a_p + b_p h - c_p h^2, \text{ to}$$

$$\begin{aligned} 7. \quad a_p &= \frac{(2p + \psi) \gamma}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)}, \\ b_p &= \frac{(2p + \psi) \beta - \varphi \gamma}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)}, \\ c_p &= \frac{\beta \varphi}{2 \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \varepsilon)}. \end{aligned}$$

Wstawmy wartości z wzorów 3. i 6. do wzoru 1, a otrzymamy całkowity koszt:

$$K = Pk_p - k_p [a_p - na_m + (b_p - nb_m)h - (c_p + nc_m)h^2].$$

Oznaczmy jeszcze

$$8. \quad a_p - na_m = a, \quad b_p - nb_m = b, \quad c_p + nc_m = c, \text{ to}$$

$$9. \quad K = Pk_p - k_p [a + bh - ch^2].$$

Jest to funkcyja zdolna do minimum lub maximum ze względu na zmienną h . Jeżeli zatem jej pierwszą pochodną zrównamy ze zerem, to otrzymamy

$$-b + 2ch = 0, \text{ i } h = \frac{b}{2c}.$$

Druga pochodna równa się $+2c$, a gdy c jest zawsze dodatnie, to mamy tu do czynienia z minimum funkcyi, możemy zatem napisać:

$$10. \quad h_{\min} = \frac{b}{2c}$$

jako wysokość muru, dla której uzyskuje się najmniejszy całkowity koszt. Wstawmy tę wartość w nawias wzoru 9, a otrzymamy oszczędność w kosztach:

$$11. \quad \begin{cases} O = k_p [a + bh_{\min} - ch_{\min}^2] = \\ = ck_p \left[\frac{a}{c} + \frac{b}{c} h_{\min} - h_{\min}^2 \right] = ck_p \left[\frac{a}{c} + h_{\min}^2 \right]. \end{cases}$$

Jeżeli ten wyraz jest dodatni, to uzyskujemy rzeczywistą oszczędność kosztów. Zobaczymy później, że on tylko wyjątkowo przyjmie wartość ujemną.

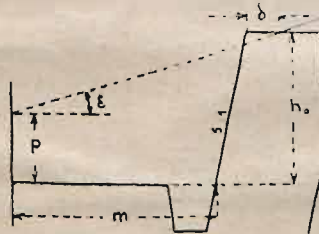
Oprócz tej wysokości jest pożądanym wyznaczenie takiej wysokości h_r muru, przy której koszty przekopu z murem lub bez muru są równe. Nastąpi to wtedy, gdy wyraz w nawiasie wzoru 9. będzie równy zeru.

$$a + bh - ch^2 = 0, \text{ a stąd } h_r = \frac{b}{2c} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2c}\right)^2 + \frac{a}{c}}$$

a w uwzględnieniu wzoru 10.

$$12. \quad h_r = h_{\min} + \sqrt{h_{\min}^2 + \frac{a}{c}}.$$

Znak minus przed pierwiastkiem nie ma dla nas znaczenia. Wartość dla h_r będzie realna, jak długo wyraz pod pierwiastkiem będzie dodatni. Jest to ten sam wyraz, jaki zawiera O w wzorze 11. I słusznie, gdyż jeżeli h_r jest urojone, wtedy oszczędność jest ujemna.



Rys. 2.

Przy terenie silnie nachylonym, może być korzystny mur sięgający aż do terenu. Oznaczmy wysokość takiego muru literą h_0 . Z rys. 2. wynika, że $h_0 = p + (m + \delta + 0.2h_0) \tan \varepsilon$, a stąd:

a po wstawieniu $d=f+gh$ i uwzględnieniu, że $f=0.14$, otrzymamy dla całkowitej powierzchni muru:

21. $a_m=0.693$, $b_m=0.29+0.9g$, $c_m=0.084+g$.

Liczbę g , zależną od α wprowadzi się podług wz. 19. Gdy w ten sposób powierzchnia muru jest zmienną tylko z h i α , to powierzchnia F_p zależną jest od kilku czynników, a jej obrachowanie mozolne. Do tych czynników należy przede wszystkim materiał ziemny, który we wzorach jest scharakteryzowany kątem α , pod którym wykonanie skarpy jest dopuszczalne. Tangens tego kąta otrzyma wartość 0.6 dla suchego piasku lub luźnego żwiru, aż do 1.0 dla zwięzłego (nie skalistego) materiału.

Drugim czynnikiem jest kąt ϵ , w granicach od 0° do wartości zbliżonej do kąta α

Trzecim miarodajnym czynnikiem jest głębokość p przekopu, sięgająca od 0 do najwyżej 16 m.

Nareszcie czwartym, również miarodajnym czynnikiem przy rachowaniu przykładów jest stosunek n kosztów jednostkowych muru do kosztów roboty ziemnej.

Dla zastosowania praktycznego trzeba by z powodu mnogości tych czynników rachować dużo tabel lub tablic wykreslnych.

Dla naszego celu, t. zn. dla wykazania korzyści stosowania murów podporowych wystarczy, jeżeli się obrachuje przykłady dla skrajnych wartości tych czynników. Przyjmijmy więc tang α równe 0.6 i 0.8, bo dla stromszej skarpy, jak już powyżej zaznaczono, tabele murów podporowych kolei państwowych nie wystarczają. Dla tang ϵ przyjmijmy wartości od zera aż do wartości tang α , zmniejszonej o 0.2 lub najwyżej o 0.1.

Liczba n jest w dalekich granicach zmienna, bo gdy robota ziemna jest tania, zaś materiały dla muru zdaleka sprowadzane są drogie, to n wypadnie na 20 i więcej; przeciwnie jeżeli w jakimś losie budowy cena roboty ziemnej, z powodu że materiał ciężki a transporty są dalekie, jest wysoka, zaś stosowny kamień jest pod ręką, może n zmniejszyć się do 10, a nawet, jak najświeższe przykłady z Bośni wykazują, osiągnęło n liczbę 6. Dla naszych przykładów przyjmijmy n w granicach od 10 do 20 i do 30.

Wyniki rachowanych w tych granicach przykładów są zestawione w następujących tabelach¹⁾:

$p=$	16	12	8	4	2	1
1. Przykład: tang $\alpha=0.6$, tang $\epsilon=0$.						
h_{min} dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	2.27	1.55	0.82	0.01	ujemne	
	0.95	0.54	0.13	u j e m n e		
h_r dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	5.01	3.49	1.85	u r o j o n e		
	2.09	0.85	u r o j o n e			
Oszczędność w kosztach dla $n=10$ w % . . .	11.0	9.4	4.9	—	—	—
2. Przykład: tang $\alpha=0.6$, tang $\epsilon=0.4$.						
h_{min} dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	6.60	4.95	3.30	1.66	0.83	0.42
	3.91	2.86	1.81	0.73	0.24	ujemne
	2.74	1.89	1.12	0.35	u j e m n e	

¹⁾ Warunek zależności szerokości korony d od wysokości h w pierwszym stopniu zachodzi dopiero od $h=4$ m w górę. Zatem dla mniejszych wysokości są wyniki podane w tabelach tylko przybliżone.

$p=$	16	12	8	4	2	1
Oszczędność w kosztach w %, dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	33.1	32.1	30.1	27.0	16.8	6.4
	19.9	18.6	16.0	7.4	—	—
	14.0	11.8	5.4	3.9	—	—
h_r dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	13.82	10.51	7.18	3.89	2.02	0.98
	8.33	6.24	4.07	1.66	u r o j o n e	
	5.96	4.20	2.52	u r o j o n e		
$h_0=$	18.69	14.34	10.00	5.65	3.48	2.39
Oszczędność długości skarpy dla $n=10$ w % przy zastosowaniu h_r	74.8	74.4	73.4	72.2	64.9	54.0
3. Przykład: tang $\alpha=0.6$, tang $\epsilon=0.5$.						
h_{min} dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	10.23	7.81	5.39	2.98	1.77	1.16
	6.83	5.27	3.57	1.86	1.01	0.58
Oszczędność w kosztach w %, dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	51.1	50.5	49.2	46.0	41.7	36.7
	35.3	34.5	32.9	28.4	21.0	12.2
h_r dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	21.12	16.28	11.42	6.54	4.08	2.82
	14.44	11.15	7.70	4.21	2.39	1.38
$h_0=$	19.46	15.00	10.55	6.11	3.88	2.77
Oszczędność długości skarpy w % dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	75.6	100	74.6	72.0	67.2	59.7
W tym przykładzie wypada dla $n=10$ $h_r > h_0$, jako wartość teoretyczna. W praktyce wykona się $h_r = h_0$, czyli mur wyprowadzi się aż do terenu.						
4. Przykład: tang $\alpha=0.8$, tang $\epsilon=0$.						
h_{min} dla $n=10$	1.36	0.86	0.36	u j e m n e		
Oszczędność w kosztach w %, $n=10$	6.0	4.1	—	—	—	—
h_r dla $n=10$	3.13	2.01	u r o j o n e			
Dla $n > 10$ nie uzyskuje się oszczędności.						
5. Przykład: tang $\alpha=0.8$, tang $\epsilon=0.6$.						
h_{min} dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	6.27	4.74	3.23	1.71	0.96	0.58
	3.60	2.65	1.71	0.77	0.30	0.07
	2.40	1.71	1.31	0.35	0.01	ujemne
Oszczędność w kosztach w %, dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	29.5	28.8	27.4	23.7	18.4	12.4
	17.4	16.4	14.5	8.6	—	—
	11.7	10.4	7.8	—	—	—
h_r dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \\ n=30 \end{matrix} \right.$	13.19	10.13	7.07	3.96	2.34	1.47
	7.78	5.86	3.91	1.83	u r o j o n e	
	5.31	3.88	2.68	u r o j o n e		
$h_0=$	20.22	15.67	11.13	6.58	4.31	3.17
Oszczędność długości skarpy w % dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	65.0	64.2	63.0	61.7	52.6	43.5
	38.1	36.7	34.1	31.0	—	—
6. Przykład: tang $\alpha=0.8$, tang $\epsilon=0.7$.						
h_{min} dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	10.13	7.81	5.49	3.17	2.00	1.42
	6.65	5.07	3.49	1.91	1.12	0.73
Oszczędność w kosztach w %, dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	47.0	46.6	45.7	43.3	—	—
	31.6	31.0	30.0	26.7	—	—
h_r dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	20.95	16.30	11.64	6.97	4.58	3.41
	13.97	10.79	7.60	4.36	2.69	1.81
$h_0=$	21.04	16.39	11.73	7.08	4.76	3.60
Oszczędność długości skarpy w % dla $\left\{ \begin{matrix} n=10 \\ n=20 \end{matrix} \right.$	93.7	94.8	96.0	96.9	—	—
	66.0	65.8	65.3	63.7	—	—

Te zestawienia pouczają, że z wyjątkiem mniejszych głębokości przekopu w osi i wyższych wartości n przy terenie poziomym, lub dla wielkiej wartości n przy terenie pochylonym, we wszystkich innych przypadkach materiału ziemnego (α), pochYLENIA TERENU (ϵ) i stosunków kosztów (n), otrzymuje się możliwe wartości dla h_{min} i dla h_r . Stosowanie murów w obrębie tych wysokości jest tem korzystniejsze, czem teren bardziej pochylony, a uzyskane oszczędności znacznie z pochYLENIEM wzrastają. Wpływ stosunku n jest znaczny, jednak przy silnem nachyleniu terenu osiąga się korzyści nawet przy $n=30$.

Natomiast granicę stosowania muru stanowi jego wysokość, którą praktycznie należałoby ograniczyć do 8 m. Tę granicę osiąga się tem prędzej, im $< n$ i im $> \epsilon$, mianowicie dla h_r i $n=10$ przy głębokości przekopu około 9 m. Jednakże h_{min} dla zwykłych przypadków tej granicy nie przekracza, tak że przy dowolnym wyborze wysokości muru między h_{min} a h_r uzyskuje się prawie zawsze albo oszczędność w kosztach budowy, albo też inne, poniżej przytoczone korzyści.

Te wyniki dadzą się streścić jak następuje:

1. Z wyjątkiem mniejszych głębokości przekopu przy większej wartości liczby n , otrzymuje się wysokości muru, przy których uzyskuje się oszczędność w kosztach budowy i w długości skarpy tem większą, im bardziej teren pochylony, przyczem wpływ różnorodności materiału ziemnego jest nieznaczny.

2. Podobnie, z wyjątkiem jak pod 1., można wyznaczyć wysokość muru, przy której kosztu budowy z murem lub bez muru są jednakowe. Stosowanie tej, lub nawet większej wysokości, przedstawia znaczne skrócenie skarpy przekopu, z którem łączą się następujące korzyści: zmniejszenie kosztów

konserwacji skarpy; zmniejszenie kosztów, gdy zachodzi potrzeba powierzchniowego osuszenia skarpy; zmniejszenie obszaru potrzebnego gruntu. Te korzyści znajdują najwyższy wyraz wtedy, gdy przy silnem nachyleniu terenu opłaca się wykonanie muru aż do terenu.

Oprócz tych korzyści osiąga się większą stałość budowli i zmniejszenie objętości ziemi, przeznaczonej ewentualnie na odkład.

Korzystne stosowanie murów podporowych w przypadkach lekkiego usuwiska pomijam, gdyż wtedy stosuje się anormalne wymiary murów.

3. Powyższe korzyści są jednak niekiedy ograniczone praktycznie wykonalną wysokością murów.

4. Wielki wpływ na korzyści wynikające ze stosowania murów w przekopach, ma stosunek kosztów jednostkowych n . Przy silnem pochYLENIU TERENU opłaca się stosowanie murów, nawet gdy $n=30$.

Dla zastosowania praktycznego trzeba zestawiać tabele obrachowanych wartości h_{min} , h_r i ewentualnie h_0 , dla różnych wartości α , ϵ , p i n . Takich tabel wypadnie jednak dużo. Znaczne skrócenie rachowania uzyska się, jeżeli się zastąpi tabele wykresami, gdyż h_{min} i h_0 , a w przybliżeniu także h_r , przedstawiają się w prostych liniach.

Najkorzystniej byłoby dla użytku praktycznego, jeżeliby się udało te różnorodne przypadki ująć w jeden nomogram.

Tu jeszcze zauważyć należy, że jedna tylko tabela wymiarów korony muru, jak ją normalia drogowe czy kolejowe podają, właściwie nie wystarcza, gdyż rachowana dla najsłabszego gruntu, daje za silne wymiary, gdy grunt jest związły. Jeżeli się wprowadzi taki zredukowany przekrój muru dla związłego gruntu, wtedy otrzyma się jeszcze lepsze wyniki przy stosowaniu murów podporowych w przekopach.

Lwów we wrześniu 1917 r.

Wiadomości z literatury technicznej.

Hydrotechnika.

— Zeszyt 10 „Communications du service des eaux, Mitteilungen für Wasserwirtschaft“ szwajcarskiego departamentu spraw wewnętrznych (Bern 1917) zawiera dwie cenne rozprawy, traktujące o nowszych metodach pomiaru objętości w kanałach roboczych, a mianowicie pracy Collet'a i Mellet'a „Jaugeages par titrations et essais comparatifs“, oraz pracę Lüttschy'a „Vergleichsversuche zur Bestimmung vom Wassermengen“. Zanim podamy wyniki, do jakich dochodzą, omówimy pokrótce nowsze metody pomiaru. Rozchodzi się o to, aby w kanale turbinowym bardzo szybko i bardzo dokładnie oznaczyć objętość przepływu w celu oznaczenia dzielności turbiny. Dawniejsze metody i dziś powszechnie jeszcze stosowane, stanowią pomiar chyżości młynkiem hydrometrycznym z sygnalizacją elektryczną, ewentualnie kilkoma młynkami równocześnie, lub też zapomocą przelewu, o ile zakład wodny taki przelew posiada. Do nowszych metod należą metoda chemiczna, polegająca na rozpuszczeniu we wodzie soli, tudzież metoda z zastosowaniem ruchomej tarczy. Obie są bardzo proste i według wyniku dotychczasowych doświadczeń mogą rywalizować z pomiarem młynkiem.

Metoda chemiczna wynaleziona w r. 1863 przez Schloesinga w celu oznaczenia pojemności zbiornika. Roz-

puszczał on w zbiorniku pewien ciężar soli P , a jeżeli następnie przez analizę chemiczną oznaczył w 1 litrze wody zbiornika ciężar soli p , to pojemność zbiornika wynosiła $V = \frac{P}{p}$. Metodę tę stosowaną także przy wodach

gruntowych zastosowano następnie do wód płynących, zewnętrznych, a specjalnie do kanałów turbinowych; sól w formie roztworu wpuszcza się do kanału turbinowego, lub wprost do komory turbiny, gdzie się roztwór rozcienia i zostaje przez turbinę gruntownie wymieszany, a następnie w pewnym profilu poniżej turbiny pobiera w różnych punktach tegoż próby wody i poddaje analizie ilościowej na zawartość chloru względnie soli. Jeżeli w roztworze wpuszczonym do kanału powyżej turbiny było na 1 litr wody q_1 kg soli, w roztworze poniżej turbiny „ „ 1 „ „ q_2 „ „ , objętość zaś roztworu wpuszczanego do kanału turbinowego wynosiła p litrów na sekundę, to objętość przepływu w kanale wynosi:

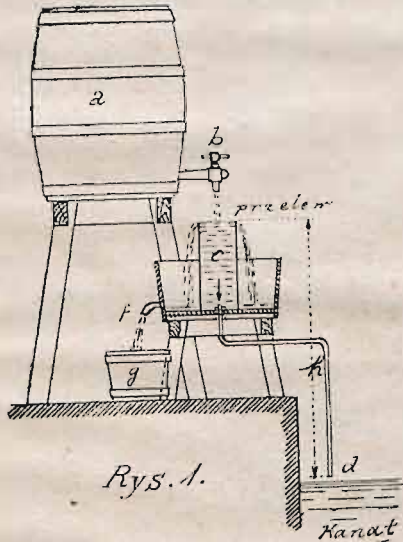
$$Q = \frac{q_1}{q_2} p$$

przyczem pominięto ilość roztworu wpuszczaną do kanału, która jest bardzo drobna.

Właściwie trzeba wykonać 3 analizy, a mianowicie: roztworu, który wpuszczamy do kanału, roztworu w kanale poniżej turbiny i samej wody kanałowej, gdyż i ta może sól zawierać.

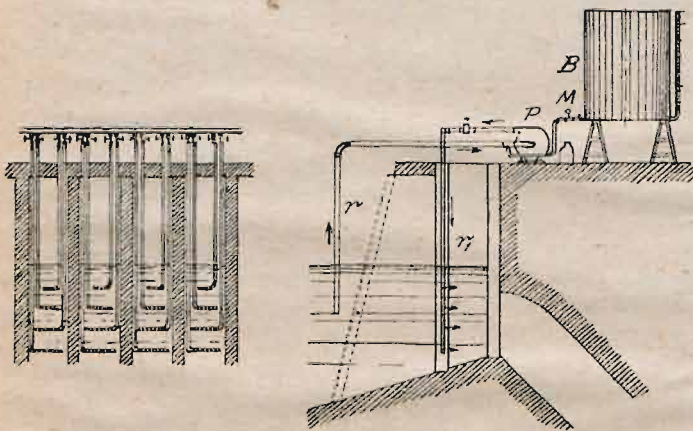
Aparat użyty w Szwajcaryi przedstawiony na rys. 1. nie wymaga bliższego wyjaśnienia. Jeżeli np. skoncentrowany roztwór zawiera 300 gramów soli w litrze, do kanału doprowadzamy stale 0,1 *l*/sek, to potrzebujemy 30 *gr* soli na sekundę. Jeżeli teraz analiza wody poniżej turbiny wykaże 0,03 *gr* soli w litrze, to objętość przepływu wynosi:

$$Q = \frac{300 \times 0,1}{0,03} = 1000 \text{ l/sek, ściślej zaś } 1000 - 1, \text{ t. j. } 999 \text{ l/sek.}$$



Rys. 1.

Jako materiału używa się zwykle soli kuchennej, prof. Reichel z Charlottenburga użył natomiast chlorku magnowego, który wypadł mu taniej i rozpuszczał się łatwiej niż chlorek sodu. Analizuje się metodą Mohra, przyczem jako odczynników używa się azotanu srebra i chromianu potasu¹⁾.



Rys. 2.

Najnowszy przyrząd amerykański do wpuszczania roztworu solnego do kanału przedstawia rys. 2 (według „Communications“). Pompa odśrodkowa wciąga przez rurkę *r* o średnicy 150 *m*/m wodę powyżej turbiny, a równocześnie roztwór solny ze zbiornika *B* i wytłacza 16 rurkami *r*, (50 *m*/m), zaopatrzonemi otworami 6 *m*/m, do ka-

nału poza kratę. Po przejściu przez turbinę roztwór końcowy podnosi się w podobnych rurkach jedną lub kilkoma pompami celem otrzymania próby średniej lub kilku oddzielnych prób.

Metoda pomiaru zapomocą tarczy, wynaleziona przez prof. Andersona w Stockholmie polega na tem, że kanał turbinowy o przekroju prostokątnym i wykonanych starannie ścianach i dnie, zaopatruje się w tarczę złożoną z ramy żelaznej i opierzenie blachą (może być i płótno naoliwione). Tarcza ta wisi na wózku poruszającym się na szynach wzdłuż kanału. Można ją obrócić do położenia poziomego ponad wodę lub spuścić w położenie pionowe, a wtedy musi możliwie dokładnie zamykać profil. Jeżeli po spuszczeniu tarczy przebiegnie ona drogę *l* (minimum 10 *m*) w *t* sekundach, natenczas średnia chyżość wody w profilu równa jest chyżości posuwania się tarczy $v = \frac{l}{t}$, gdyż tarcza posuwa się z chyżością równą średniej chyżości wody. Tor wózka musi być dokładnie poziomy, a szyny bardzo gładkie, wózek i tarcza lekkie, aby opór posuwania był jak najmniejszy. Przy wykonanych doświadczeniach wynosił on na początku ruchu około 1 *kg*. Metoda ta, jak twierdzi inż. Zuppinger, ma być najdokładniejszą metodą pomiarową. Wymaga jednak stosunkowo kosztownego urządzenia. Urządzenie takie w Ackersand kosztowało wraz z chronografem zapisującym drogę, czas i liczbę obrotów turbiny 2900 fr.

Doświadczenia wykonane w r. 1912 w Ackersand, gdzie znajdują się turbiny Peltona o spadzie netto 700 *m*, z zastosowaniem młynków, tarczy i metody chemicznej okazały, że różnice między wynikami pomiarów młynkowych, oraz zapomocą tarczy wynosiły 0,095%, 0,7% i 0,3%, średnio zatem 0,36%, natomiast dwa pomiary metodą chemiczną dały w porównaniu z metodą zastosowania tarczy różnice 4% i 0,46%.

Prof. Reichel wykonywał w r. 1915 doświadczenia w Charlottenburgu¹⁾ gdzie w kanale roboczym znajduje się turbina Francisa (o spadzie 1,3—1,5 *m*). Porównywano metodę chemiczną z metodą zastosowania tarczy.

Przy 7 grupach spostrzeżeń otrzymano różnice 2%, 3,2%, 1%, 2,4%, 0%, 5%, 0,37%. Ostateczny roztwór solny pobierano w 6 punktach profilu kanału, przyczem okazało się, że między pojedynczymi punktami były różnice w zawartości soli dochodzące do 20%. Badacz ten stwierdza, że dokładność metody chemicznej zależy będzie od systemu turbiny i jej obudowania, dalej zauważa, że według otrzymanych wyników metoda chemiczna może oryentować co do objętości przepływu, jeżeli jednak chodzi o badanie dopełnienia warunków gwarancyjnych co do turbiny, to wyniki nie będą wystarczające.

Zdaje się zatem, że słuszne jest twierdzenie Zuppingera, jakoby metoda ta stosowna była tylko przy turbinie o wysokim ciśnieniu, oraz przy pomiarze przepływu górskich potoków, gdzie następuje dokładne zmieszanie się wody, natomiast niestosowna dla kanałów i rzek o małej chyżości oraz przy turbinach Francisa.

Doświadczenia Collet'a i Mellet'a wykonane zostały w zakładzie wodnym Tüss pod Winterthur, gdzie znajduje się turbina Francisa o osi pionowej, z rurą ssącą, spadzie 2,60 *m* i objętości przepływu 0,6 *m*³/sek, oraz w zakładzie wodnym na Rodanie pod Massaboden, gdzie znajdują się turbiny podwójne Francisa o osi poziomej,

¹⁾ Patrz Zuppinger „Neuere Messmethoden zur Bestimmung von Wassermengen“. *Schweitzerische Bauztg.* 1913. Bd. 62.

¹⁾ „Chemische Wassermessung“. *Schweitzerische Bauzeitung.* 1915.

spadzie 45,5 — 47,3 m, objętość przepływu wynosi kilka m^3/sec .

Wyniki pierwszej grupy pomiarów stwierdzają, że turbina Francisa tego typu nie wytwarza jednolitej mieszanki, przeto metoda chemiczna nie może być przy tym typie stosowana w wypadkach, gdzie chodzi o wynik dokładny, jak to może mieć miejsce przy spadach wysokich. Natomiast wynik może być i w tym wypadku dokładny, jeżeli urządzi się przed wprowadzeniem roztworu skoncentrowanego do kanału sztuczne mieszanie wody np. według rys. 2. Widać z tego, że spostrzeżenia te zgodne są ze spostrzeżeniami prof. Reichla, natomiast zauważyć trzeba, że „wyręczanie“ turbiny w mieszaniu roztworu jest uciążliwe i kosztowne. Wyniki drugiej grupy (Massaboden) okazały, że turbina Francisa tego typu wytwarza dokładne zmieszanie roztworu, metoda chemiczna więc może tu być stosowana nawet w wypadkach, gdzie chodzi o wielką precyzję. Nadto metoda chemiczna może być stosowana z korzyścią, tam, gdzie użycie młynka jest wykluczone z powodu wahań stanu wody w kanale i falowania.

W drugiej pracy mamy porównanie pomiarów młynkiem z metodą chemiczną, oraz przelewem. Tak w Töss jak i w Massaboden użyto 6 młynków różnej konstrukcji, między innymi znanych firm Otta w Kempen, Amslera w Szafuzie i Jansera we Wiedniu. Młynki te miały wszystkie nowoczesną, jakkolwiek odrębną konstrukcję i wykonane były precyzyjnie; chyżość, przy której młynek zaczynał się obracać, zależnie od urządzenia łożysk była różna, od 20 — 105 m/m . Do obrachowania

objętości przez przelew użyto znanej formuły Fresego. Pierwszy szereg doświadczeń (Töss) przy objętościach małych 0,30 — 0,65 m^3/sec złożony z 10 pomiarów, z których jednak tylko 4 nadawały się do porównań, wykazał bardzo dobrą zgodność metody chemicznej z przelewem, natomiast różnice pomiarów młynkiem dochodziły do 5%; najlepsze wyniki dały młynki Amslera (0,36% i 1,35%). Ten niekorzystny rezultat dla młynków wywołany mógł być tylko tą okolicznością, że chyżości były bardzo małe, średnia chyżość wahała między 0,15 m , a 0,20 m . Drugi szereg doświadczeń (Massaboden) objętości 3,85 i 4,9 m^3/sec , okazał prawie zupełną zgodność metody chemicznej i pomiarów młynkowych (różnice 0,16 i 0,17%). Chyżości średnie były tu 0,713 i 0,763, a chyżości w poszczególnych punktach wahały między 0,273 a 1,147; użyto młynka Otta i Amslera.

Z doświadczeń tych wynika, że dokładność pomiarów młynkowych zależy od istnienia pewnych warunków, do których należy obranie odpowiedniego typu młynka (przedewszystkiem odpowiednio czulego), odpowiednie warunki przepływu w kanale (wystarczająca głębokość i niezbyt mała chyżość), a wreszcie należyte uwzględnienie pulsacji przez odpowiednio długi pomiar w danym punkcie. Zdaje się, że zasada Harlachera, aby w każdym punkcie mierzyć chyżość 3 minuty, powinna być przy pomiarach precyzyjnych dochowana.

We Lwowie, 8 grudnia 1917 r.

Dr. M. M.

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Posiedzenie Wydziału głównego z dnia 3 grudnia 1917 r.

Przewodniczy kol. Rybicki. Obecni kol.: Anczyca, Barwicz, Drexler, Hauswald, Januszkiewicz, Krzyczkowski, Kuczyński, Machalski, Matakiewicz, Rawski, Syroczyński.

Protokół z małą zmianą przyjęto.

Przyjęto p. Karola Freunda na członka zwyczajnego.

Przyjęto sprawozdanie skarbnika.

Uchwalono przeznaczyć odsetki P. K. O. za r. 1917 na fundusz inwalidów.

Uchwalono wysyłać bezpłatnie jeden egzemplarz *Czasopisma* Bibliotece Towarzystwa kursów naukowych w Warszawie.

Prezes komunikuje pismo Namiestnictwa w sprawie taryfy Izby inżynierskiej.

Po przemówieniu kol. Rawskiego, Anczyca, Matakiewicza, Machalskiego i Januszkiewicza uchwalono wybrać komisję złożoną z kol.: Rybickiego, Rawskiego, Anczyca, Matakiewicza i Machalskiego dla wypowiedzenia się w tej sprawie.

Oddział P. Tow. Pol. w Tarnowie. Czwarte sprawozdanie z czynności Oddziału Pol. Tow. Politechnicznego w Tarnowie za czas od 15. kwietnia 1917 do 27. stycznia 1918.

Walne doroczne zgromadzenie członków Oddziału odbyło się dnia 15. kwietnia 1917 w sali Rady miejskiej przy udziale 18 członków pod przewodnictwem prezesa Oddziału kol. S. Zaremby. W dyskusji nad sprawa-

wozdaniem Wydziału odezwały się głosy za tem, by Oddział w swojej czynności zwracał także uwagę na lokalne sprawy techniczne, czego dotąd nie czyniono ze szkoda dla sprawy, a zarazem i powagi Oddziału. Nadto domagano się, by wspólnie z ogółem techników czuwał nad sprawami całego kraju obchodzącymi i w tym kierunku nowo wybrany Wydział winien rozwinąć działalność Towarzystwa.

Przebieg Walnego zgromadzenia streszczony był w III. sprawozdaniu (*Czasop. techn.* nr. 6 z 1917), podany był także w nim skład nowego Wydziału.

W okresie sprawozdawczym Wydział odbył 13 posiedzeń dla rozpatrywania spraw Towarzystwa. Jednym z zadań administracyjnych Wydziału było ściągnięcie zaległych wkładek od członków Towarzystwa. Wybrana komisja opracowała zestawienie wpłaconych i zaległych wkładek członków od r. 1913 do 1916; w ten sposób usunięto wszelkie wątpliwości wynikłe wskutek zawieruchy wojennej i inwazyi nieprzyjacielskiej. Od tej chwili rozpoczęło się normalne ściąganie wkładek, a owocem pracy było wydatne poparcie finansowe Macierzy. Utworzona komisja zajęła się sprawą zmiany §. 37. statutu w duchu swobodniejszej działalności Oddziału na zewnątrz. Wskutek nowej interpretacji tego paragrafu Oddziały mają wpływ decydujący w sprawach lokalnych związanych jednak z rozwojem miasta i obwodu, w którym Oddział istnieje, zaś doradczy w sprawach ogólnych.

W sprawie wniosku ks. Lenartowicza o dopuszczenie gości na odczyty, Wydział stanął na stanowisku pozostawienia w tym względzie swobody prelegentom. Dnia 15. kwietnia wysłał Wydział depezę gratulacyjną na Zjazd techników polskich w Warszawie, lecz gdy urząd telegraficzny jej wysłania odmówił, przesłano ją listownie. Na ręce Wydziału głównego P. T. P. wysłano pismo

z uznaniem za starania w sprawie wydanej ustawy o ochronie tytułu inżynierskiego. W sprawie wyzyskania gazów ziemnych opracowany memoriał został przesłany Wydz. głównemu do rozpatrzenia i doczekał się załatwienia na Zjeździe przemysłowym w Krakowie. Wielkiego i doniosłego znaczenia dla rozwoju miasta sprawę regulacji Wątko i zasypiania Młynówki płynącej wśród miasta, oraz przeprowadzenia systematycznej kanalizacji, poruszył Wydział wnosząc na ręce Wydziału krajowego i gminy miasta Tarnowa odpowiednie memoriały, z przedstawieniem ważności spraw tych dla miasta. Dnia 14. października członkowie Oddziału wzięli udział w pochodzie ku uczczeniu setnej rocznicy zgonu Tadeusza Kościuszki. Wspomnieć wreszcie należy, że Wydział rozpiął dobrowolną składkę wśród członków na cele ratowania szkolnictwa ludowego na Wołyniu. Zebraną kwotę 143 kor. przesłano komitetowi wołyńskiemu w Krakowie. Dla opuszczających na stałe Tarnów członków Wydziału kol. M. Rybczyńskiego i K. Skofleka urządzono pożegnanie.

Wydział wyraża podziękowanie wszystkim członkom Oddziału, prelegentom za popieranie celów Towarzystwa, niemniej podziękę składa tym osobom i instytucjom, ze strony których Oddział doznał poparcia.

W okresie sprawozdawczym Oddział liczył 33 członków, w ciągu roku ubyło 3, pozostaje 29.

Sprawozdanie skarbnika Oddziału.

Dochody:

Pozostałość kasowa z r. 1916	326 K. 20 h.
Wkładki członków do P. T. P. i Oddziału	944 " 58 "
Z wycieczki do Świerczkowa	9 " — "
Razem	1279 K. 78 h.

Rozchody:

Wkładki do P. T. P.	1083 K. 52 h.
Kursor	33 " — "
Druki i portorya	86 " 49 "
Pozostałość kasowa z dniem 1. I. 1918	76 " 77 "
Razem	1279 K. 78 h.

Ściągalne zaległości członków do Oddziału wynoszą kwotę 124 K. 50.

Edward Okoń.

Pozostałość kasowa ulokowana jest na książeczce Kasy oszczędności w Tarnowie nr. 118.961. Sprawozdanie kasowe uznała komisja lustracyjna za zupełnie zgodne z faktycznym stanem rzeczy.

H. Koncki. Dr. Studniarski. St. Vayhinger.

Sprawozdanie Sekcji odczytowej.

Sekcja odczytowa urządziła następujące odczyty:

1. Dnia 12. V. Odbudowa kraju, prelegent kol. Fr. Vetulani.
2. Dnia 15. V. Jasne słońce i ciemne jego plamy (publiczny), ks. J. Lenartowicz.
3. Dnia 2. VI. O gazach ziemnych, prelegent R. Wowkonowicz.
4. Dnia 6. X. Dyskusja i interpelacje nad odczytem o odbudowie kraju kol. Vetulaniego.
5. Dnia 22. X. O środkach wybuchowych, prel. prof. E. Tenczyn.
6. Dnia 5. XI. Geneza zasadniczego wzoru i jego zastosowanie do zegarów słonecznych, prel. ks. J. Lenartowicz.

W odczytach brało udział średnio 16 członków (50%).

Sekcja omówiła obszernie sprawę zrealizowania wniosku kol. Leuchtera o wypracowaniu monografii techniczno-przyrodniczej dla m. Tarnowa i obwodów; wygotowane przez nią w tej mierze wnioski i program pracy poddane będą szczegółowej dyskusji na specjalnym zebraniu członków.

*S. Zaremba. M. Rybczyński. E. Tenczyn.
R. Wowkonowicz.*

Sprawozdanie Sekcji wycieczkowej.

Sekcja wycieczkowa urządziła następujące wycieczki:

1. Dnia 20. V. do Szywnaldu celem zwiedzenia w budowie będącego kościoła paraf. pod kierownictwem inż. arch. Stapfa (udział 31 osób, towarzyska).

2. Dnia 17. VI. do Glinnika Maryampolskiego i Goric, zwiedzenie rafinerii nafty i warsztatów narzędzi wiertniczych, oraz zniszczonego wskutek wojny miasta.

3. Dnia 16. IX. do Świerczkowa, zwiedzenie wodociągu miejskiego, oraz w budowie będących studni zasilających, przy udziale 28 osób (towarzyska).

4. Dnia 18. IX. Zwiedzanie w odbudowie będącego kamiennego wiaduktu kolejowego w Grybowie, objaśniał kol. Bobkowski.

5. Dnia 20. IX. do salin w Bochni, oraz zwiedzenie ruin zamku w Wiśniczu, przy udziale 21 osób (towarzyska), oprowadzał dyr. kopalni, inż. Z. Miszke.

6. Dnia 29. IX. do Krakowa celem zwiedzenia restauracji król. zamku na Waweln, oraz najnowszych na nim poczynionych odkryć architektonicznych, przy udziale 15 osób, oprowadzał prof. Szyszko-Bohusz, kier. budowy.

7. Dnia 7. XI. do Kobierzyna pod Krakowem, dla zwiedzenia krajowego Zakładu dla umysłowo chorych, oprowadzał kier. bud. inż. Wł. Klimczak i Fr. Chudoba.

K. Nowakowski. Z. Ursini.

Oddając niniejsze sprawozdanie szanownym członkom Oddziału do wiadomości, zapraszamy na

Walne Zgromadzenie

które odbędzie się dnia 27. stycznia 1918 r. (niedziela) o godz. 10 przed poł., a w razie braku kompletu, tego samego dnia o godz. 10½ przed poł. w Sali Rady miejskiej w ratuszu, z porządkiem dziennym:

1. Odczytanie protokołu z ostatniego Walnego zgromadzenia.
2. Sprawozdanie przewodniczącego Oddziału.
3. " kasowe skarbnika "
4. " komisji kontrolującej z wnioskami.
5. Wnioski Wydziału:
 - a) uchwalenie wysokości wkładki miesięcznej na potrzeby Oddziału,
 - b) sprawa wynajmu lokalu,
 - c) uzupełnienie Wydziału zastępcami,
6. Wybory: przewodniczącego i zastępcy tegoż, 6 członków Wydziału, 3 członków komisji lustracyjnej, 3 czł. sądu honorowego.
7. Wnioski i interpelacje członków.

Wydział miejscowy Oddziału Tow. Politechnicznego w Tarnowie.

*Kazimierz Nowakowski m. p. Robert Brosch m. p.
sekretarz. przewodniczący.*