

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXVI.

Lwów, dnia 25 lutego 1908.

Nr. 4.

TREŚĆ: Władysław Skwarczyński: Wysokie kominy fabryczne (Ciąg dalszy). — Dr. Karol Wątorrek: Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych (z 2-ma tablicami (Ciąg dalszy). — Stefan Pawlik: Teoria i praktyka pomiaru i podziału pól w gospodarstwach ziem polskich. — Inż. Wiktor Łuczaków: Wycieczka naukowa Wydziału Inżynierii lwowskiej Szkoły politechnicznej przez nowe koleje alpejskie do Tryestu (Ciąg dalszy). — W sprawie artykułu „Teoretycznej zasady wyzyskania sił wodnych na spadku zbiorników”. — Sprawozdania z literatury technicznej. — Literatura. — Nekrologia. — Rozmaitości. — Od Redakcyi.

Wysokie kominy fabryczne.

Opracował Władysław Skwarczyński, c. k. radca budownictwa.

(Ciąg dalszy).

b) Rama żelazna lana.

Zapomocą tej ramy przytwierdza się stale trzon blaszany komina u swej podstawy do mrowanego podnoża w sposób wyżej już opisany i w rys. 20 oraz 21 (przekrój pionowy i poziomy $a-b$) szczegółowo przedstawiony.

Ciężar ramy, a mianowicie:

Ciężar pierścienia z żelaza kątownikowego kutego $(80+120) \times 10 \text{ mm}$, służącego do przytwierdzenia trzonu niżej jego przekroju AA_1 , do kołnierza ramy lanej (rys. 21)

$$\left[\left(0.806 + 2 \times \frac{0.01}{2} \right) \times 0.08 + \left(0.826 + \frac{0.11}{2} \times 2 \right) \times 0.11 \right] \times 3.14 \times 0.01 \times 7800 = 41.21 \text{ kg}$$

Kołnierz, szyja i dolna płyta ramy:
 $(1.10^2 - 0.806^2) \times 0.04 + (0.886^2 - 0.806^2) \times 0.12 + (1.4^2 - 0.8^2) \times 0.04 \times \frac{\pi}{4} \times 7800 = \dots 524.10 \text{ n}$

Część rury trzonu objętej pierścieniem i szyją ramy:
 $(0.806^2 - 0.80^2) \times 0.785 \times 0.24 \times 7800 = 0.00756426 \times 0.24 \times 7800 = \dots 14.16 \text{ n}$

nity, śruby itd. i nadmiar wagi 5% około $\frac{579.47 \text{ kg}}{30.53 \text{ n}}$

Razem $G_4 = \dots 610 \text{ kg}$

Ciężar zatem całkowity trzonu wraz z ramą
 $\Sigma G_4 = \Sigma G_3 + G_4 = 1646 + 610 = 2256 \text{ kg} \dots 136)$

Wytrzymałość nitów, pierścienia, śrub i szegółów całej ramy pozostawia się odpowiedzialności fabryki, która się podjęła dostawienia i zmontowania komina blaszanego; tu zaś ograniczymy się tylko do wyznaczenia rozmiarów dolnej płyty ramy $abce$ (rys. 21.), za której pośrednictwem przenosi się nie tylko cały ciężar trzonu na mrowane podnoże, lecz także zespala się stale z tem podnożem śrubami i kotwami celem wytworzenia skutecznego oporu przeciw działaniom wiatru.

Czy dolna ta płyta pierścieniowa o średnicy zewnętrznej D_u i wewnętrznej d , będzie pierścieniem kołowym lub kwadratowym z wnętrzem kołowym, to powierzchnia jej wsporna musi być tak wielka, aby z całkowitego ciężaru własnego ramy i trzonu nie przypadło na 1 cm^2 muru podnoża więcej, niż 8 kg , które to natężenie — jak wia-

dmo — stanowi dopuszczalną granicę muru ceglanego na zaprawie przedłużonej. Nazwawszy więc to dopuszczalne natężenie k_m , powierzchnię zaś wsporną płyty F_r , otrzymamy

$$F_r = \frac{\Sigma G_4}{k_m} \dots 137)$$

Jeżeli płyta, względnie jej powierzchnia wsporna będzie pierścieniem kołowym to

$$F_r = (D_u^2 - d^2) \frac{\pi}{4} = \frac{\Sigma G_4}{k_m} \dots 138)$$

skąd wreszcie wynika $D_u = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\Sigma G_4}{k_m} + d^2} \dots 139)$

Jeżeli płyta będzie pierścieniem kwadratowym z wnętrzem kołowym to

$$F_r = D_u^2 - \frac{d^2}{4} \pi = \frac{\Sigma G_4}{k_m}$$

a stąd

$$D_u = \sqrt{\frac{\Sigma G_4}{k_m} + \frac{d^2 \pi}{4}} \dots 140)$$

i będzie oczywiście mieć wówczas tylko realne znaczenie, gdy szerokość płyty wypadnie większa, niż zewnętrzna średnica trzonu komina, t. j. gdy będzie

$$D_u > D$$

albo wreszcie co na jedno wychodzi, gdy

$$\sqrt{\frac{\Sigma G_4}{k_m} + \frac{\pi d^2}{4}} > D \dots 141)$$

Za tem idzie najbliższe teraz pytanie, jaką powinna otrzymać grubość płyta o powierzchni wzorami 137) względnie 138) i 139) wyznaczonej, aby mogła z dostateczną wytrzymałością przenieść ciężar ΣG_4 we właściwej mierze na mur podnoża i to bez uwzględnienia parcia wiatru.

Dla ułatwienia rachunku zastrzeżemy, że płyta jest pierścieniem kołowym i że została podzieloną promieniami na n drobnych pasków czyli beleczek klinowych $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ (rys. 21 przekr. poziomy $a-b$).

Każda z tych beleczek spoczywa w całej swej długości na murze podnoża, w końcu węższym jest stale przytwierdzona do trzonu blaszanego komina i pod naciskiem jego ciężaru wgniotłaby się w mur, gdyby odporność jego nie przeciwdziałała na całej powierzchni wspornej beleczki. Otóż beleczka

b_1 przedstawia się jako jednym końcem wmurowana i jednostajnie obciążona, a w takim razie jej wytrzymałość liczy się według wzoru

$$\frac{1}{2} Pl = kW \dots 142)$$

Według rys. 21 (przekr. poziomy $a-b$), długość każdej beleczki jest jednaka i wynosi $l = \frac{D_u - d}{2}$; dajmy szerokość w węższym końcu $ut = t_1$, a powierzchnię wsporną $tuvw = f_1$, to ponieważ podczas nacisku ciężaru trzonu na koniec t_1 , beleczki oddziałują na każdy centymetr kwadratowy tej powierzchni dopuszczalna odporność k_m muru, więc całkowite odnośne oddziaływanie $P_1 = f_1 k_m$; moment oporu wreszcie dla prostokątnego przekroju beleczki w cieńszym końcu ut będzie jak wiadomo $w_1 = \frac{t_1 \delta^2}{6}$, jeżeli δ nazwiemy grubość każdej beleczki.

Wartości te postawione we wzór 142) dają:

$$\begin{aligned} \text{dla beleczki } b_1 \dots \frac{1}{2} f_1 k_m \frac{D_u - d}{2} &= k w_1 = k \frac{t_1 \delta^2}{6} \\ \text{" " } b_2 \dots \frac{1}{2} f_2 k_m \frac{D_u - d}{2} &= k \frac{t_2 \delta^2}{6} \\ \text{" " } b_3 \dots \frac{1}{2} f_3 k_m \frac{D_u - d}{2} &= k \frac{t_3 \delta^2}{6} \\ \dots & \\ \text{" " } b_n \dots \frac{1}{2} f_n k_m \frac{D_u - d}{2} &= k \frac{t_n \delta^2}{6} \end{aligned}$$

a zatem dla ca-

$$\begin{aligned} \text{łej płyty } \Sigma b \dots \frac{1}{2} k_m (f_1 + f_2 + \\ + f_3 + \dots + f_n) \frac{D_u - d}{2} &= k \frac{\delta^2}{6} (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n) \end{aligned}$$

$$\text{Według 137) } f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = F_r = \frac{\Sigma G_4}{k_m},$$

$$\begin{aligned} \text{a suma } t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n &= \pi d, \\ \text{stad } \frac{1}{2} \frac{D_u - d}{2} k_m \frac{\Sigma G_4}{k_m} &= k \pi d \frac{\delta^2}{6}, \\ 3(D_u - d) \Sigma G_4 &= 2 k \pi d \delta^2. \end{aligned}$$

Ostatecznie grubość dolnej płyty ramy, będącej pierścieniem kołowym

$$\delta = \sqrt{\frac{3(D_u - d) \Sigma G_4}{2 k \pi d}} \dots 143)$$

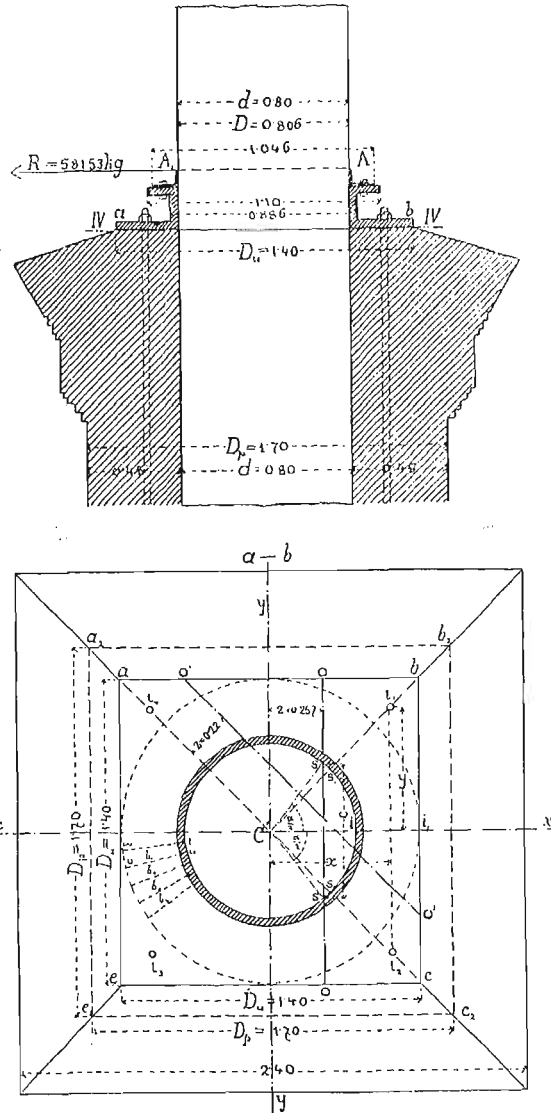
albo po podstawieniu wartości z wzoru 138)

$$\begin{aligned} (D_u^2 - d^2) \frac{\pi}{4} = \frac{\Sigma G_4}{k_m} \\ \delta = \sqrt{\frac{3}{8} \frac{(D_u^2 - d^2)(D_u - d) k_m}{d}} \dots 144) \end{aligned}$$

gdzie k jest współczynnikiem wytrzymałości żelaza lanego na ugięcie i wynosi 250 kg na 1 cm^2 .

Obliczenie natomiast wytrzymałości płyty kwadratowej z wnętrzem kołowym wśród równych zresztą warunków nie jest już tak proste; bo chociaż powierzchnia wsporna i tej płyty na zasadzie wzoru 137) musi się równać poprzedniej, to jednak widać z wzorów 138) i 139), że D_u będzie tu mniejsze, a pomyślany analogiczny podział jej promieniami na drobne paski wytworzy beleczki o różnej długości, i najdłuższe przypadną w przekątnej, najkrótsze zaś w osiach płyty, równoległych do boków. Pierwsze zatem przypadną z obliczenia najgrubsze, ostatnie najcieńsze, i płyta musi otrzymać zmienną grubość, lub trzeba jej nadać jedną największą grubość. Bądź jak bądź obliczenie przedstawia się zawile i dlatego prościej dojdzie się do celu przyjmując w danym razie płytę pierścieniową kołową i licząc δ według

wzoru 143), 144); gdyby wszakże względy konstrukcyjne wymagały płyty kwadratowej, to łatwo ją uzyskać z kołowej przyjąwszy za bok kwadratu zewnętrzną średnicę.



Rys. 21.

Z wzoru 139)

$$D_u = \sqrt{\frac{\Sigma G_4}{k_m} \frac{4}{\pi} + d^2}$$

po podstawieniu wartości $d = 80 \text{ cm}$, $k_m = 8 \text{ kg/cm}^2$, a według 138) $\Sigma G_4 = 2256 \text{ kg}$, otrzymamy zewnętrzną średnicę dolnej płyty pierścieniowej kołowej

$$D_u = \sqrt{\frac{2256}{8} \frac{4}{3.14} + 80^2} = 82.207 \approx 83 \text{ cm}$$

z wzoru zaś 144) po podstawieniu powyższych wartości, oraz $k = 250 \text{ kg/cm}^2$, wyniknie grubość tej płyty

$$\delta = \sqrt{\frac{3}{8} \frac{(83^2 - 80^2)(83 - 80) \cdot 8}{80 \cdot 250}} = 0.47 \text{ cm} \approx 5 \text{ mm}$$

Z tego widać, że dolna płyta ramy, tworząca pierścień kołowy zaledwie 15 mm szeroki i 5 mm gruby byłaby dostatecznie wytrzymała, gdyby stała jedynie pod działaniem ciężaru własnego i trzonu komina. W rzeczywistości wszakże ani wykonanie, ani zastosowanie tak wąskiej i cienkiej płyty nie byłoby możliwe ze względów technicznych, a nawet i nie miałyby właściwego celu, gdyż znaczne natężenia powstające w płycie podczas parcia wiatru na trzon komina, domagają się

o wiele większych rozmiarów; nadto ze względów konstrukcyjnych płyta musi być pierścieniem kwadratowym o wnętrzu kołowym.

Uwidocznione w rys. 21 (przekrój pionowy i poziomy $a-b$) rozmiary i postać ramy odpowiadają praktyce w tym kierunku, nasze zaś zadanie ogranicza się obecnie do zbadania, o ile rozmiary dolnej płyty są dostateczne ze względu na potrzebną jej wytrzymałość.

Z poprzedniego obliczenia pod 135) wiemy, że w przekroju AA_1 (rys. 20) występuje największe natężenie krawężne gniotące $K_1 = 146.85 \text{ kg/cm}^2$ i rozciągające $K_2 = -75.39 \text{ kg/cm}^2$. Wprawdzie na te natężenia złożyło się kilka rozmaitych działań; da się jednak pomyśleć jedna równoważna siła U_1 , działająca pionowo w stosownej odległości y od środka ciężkości przekroju AA_1 , która potrafi wywołać zupełnie takie same natężenia K_1 i K_2 .

Na podstawie wzorów 30) i 31) poprzedniej części III. można napisać

$$K_1 = \frac{U_1}{f} \left(1 + \frac{y}{e_1}\right), \quad K_2 = \frac{U_1}{f} \left(1 - \frac{y}{e_1}\right)$$

a stąd łatwo wyznaczyć

$$U_1 = \frac{K_1 + K_2}{2} f. \quad . \quad . \quad . \quad 145)$$

$$y = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} e_1. \quad . \quad . \quad . \quad 146)$$

Po wstawieniu poprzednio obliczonych wartości K_1 , K_2 , oraz $f = 75.64 \text{ cm}^2$ (powierzchnia przekroju AA_1) i $e_1 = 0.20 \text{ m}$ będzie

$$U_1 = \frac{146.85 - 75.39}{2} \cdot 75.64 = 2702.62 \text{ kg}$$

$$y = \frac{146.85 + 75.39}{146.85 - 75.39} \cdot 0.20 = \frac{222.64}{71.46} \cdot 0.20 = 0.622 \text{ m}.$$

Ponieważ przekrój AA_1 jest ściśle spojony z ramą, więc działanie pionowej siły równoważnej U_1 przenosi się w przedłużeniu jej kierunku na dolną płytę ramy. O natężeniach zaś wywołanych tą siłą na powierzchni wspornej płyty, względnie na mur podnóża dowiadujemy się z następującego obliczenia.

Powierzchnia wsporna płyty według rys. 21 (przepr. poziomy $a-b$)

$$f_4 = D_n^2 - \frac{d^2}{4} \pi = 1.4^2 - 0.8^2 \times 0.785 =$$

$$= 1.9600 - 0.5024 = 1.4576 \text{ m}^2 = 14576 \text{ cm}^2$$

$$k_0 = \frac{U_1}{f_4} = \frac{2702.62}{14576} = 0.186 \text{ kg/cm}^2.$$

Największa (przekątna) dalekość rdzeni powierzchni wspornej f_4 płyty według przybliżonego wzoru p. Jäcker'a, podanego w poprzedniej pracy (rys. 14)

$$e_1 = 0.167 D_n \left(1 + 0.83 \frac{d^2}{D_n^2}\right) =$$

$$= 0.167 \times 1.4 \left(1 + 0.83 \times \frac{0.8^2}{1.4^2}\right) = 0.297 \text{ m}.$$

Natężenie krawężne zatem

$$k_1' = 0.186 \left(1 + \frac{0.622}{0.297}\right) = 0.186 (1 + 2.09) =$$

$$= 0.5747 \approx 0.575 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_2' = 0.186 (1 - 2.09) = -0.2027 \approx -0.203 \text{ kg/cm}^2.$$

Płyta nadto jest pod działaniem siły R poziomej, obliczonej pod 126), oraz bezpośredniego parcia wiatru P_4 na ramę; $R = 581.53 \text{ kg}$, parcie wiatru zaś na ramę

$$P_4 = 0.826 \times 0.07 \times 0.67 \times 150 +$$

$$+ 1.046 \times 0.01 \times 0.67 \times 150 + 1.1 \times 0.03 \times 0.67 \times 150 +$$

$$+ 0.866 \times 0.14 \times 0.67 \times 150 + 1.40 \times 0.03 \times 150 =$$

$$= 5.81 + 1.05 + 3.32 + 12.18 + 6.30 = 28.66 \text{ kg}.$$

Obie te siły R i P_4 dążą do obrócenia ramy około krawędzi g podstawy podnóża (rys. 20), gdyż rama ta jest w ścisłym połączeniu z murem podnóża zapomocą kotwi głęboko aż w mur fundamentowy zapuszczonych a do płyty ramy mocno przyśrubowanych; miarą tej dążności sił są ich momenta:

$$M_r = 491.53 \times 4 = 2326.12 \text{ kg/m}$$

$$M_r' = 5.81 \left(\frac{0.07}{2} + 0.21\right) + 1.05 \left(\frac{0.01}{2} + 0.20\right) +$$

$$+ 3.32 \left(\frac{0.03}{2} + 0.17\right) + 12.18 \left(\frac{0.14}{2} + 0.03\right) +$$

$$+ 6.3 \times \frac{0.03}{2} + 28.66 \times 3.72 =$$

$$= 1.42 + 0.22 + 0.61 + 1.22 + 0.09 + 106.62 =$$

$$= 110.18 \text{ kg/m}$$

$$\Sigma M_m = M_r + M_r' = 2326.12 + 110.18 = 2436.30 \text{ kg/m}.$$

Temu przeciwdziała moment ciężaru własnego ramy i stosowna część momentu ciężaru podnóża względem krawędzi g podstawy tegoż podnóża, spojonego kotwiami z ramą, względnie z jej płytą dolną; nazwawszy G' sumę obu tych ciężarów,

otrzymamy $\Sigma M_m = 2436.30 = G' \frac{D_p'}{2}$ gdzie $D_p' = 2 \text{ m}$ jest bokiem kwadratowej podstawy podnóża. Stąd dalej

$$G' \cdot \frac{2.0}{2} = G' = 2436.30 \text{ kg}.$$

Rachunek później wykaże, że ciężar podnóża połączony kotwiami z ramą jest o wiele większy, niż potrzebny do zrównoważenia momentu ΣM_m , ciężar G' .

Pod wpływem powyższych momentów powstaną w powierzchni wspornej płyty $f_4 = 14576 \text{ cm}^2$ następujące natężenia

$$k_0 = \frac{G'}{f_4} = \frac{2436.30}{14576} = 0.167 \text{ kg/cm}^2$$

$$y = \frac{\Sigma M_m}{G'} = \frac{2436.30}{2436.30} = 1.0 \text{ m}, \text{ dalekość rdzeni jak}$$

wyżej $e_1 = 0.297 \text{ m}$

$$k_3' = k_0 \left(1 + \frac{y}{e_1}\right) = 0.167 \left(1 + \frac{1.0}{0.297}\right) =$$

$$= 0.167 (1 + 3.367) = 0.729 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_4' = 0.167 (1 - 3.367) = -0.395 \text{ kg/cm}^2.$$

Całkowite zatem natężenia wywołane w powierzchni wspornej płyty siłą U_1 i momentem ΣM_m

$$\Sigma k_1 = k_1' + k_3' = 0.575 + 0.729 = 1.304 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Sigma k_2 = k_2' + k_4' = -0.203 - 0.395 = -0.598 \text{ kg/cm}^2.$$

Chodzi teraz o wyznaczenie, jak wielką będzie siła, działająca rozciągająco od spodu na część płyty w kierunku prostopadłym, t. j. normalnie, i w tym celu trzeba najpierw obliczyć z wzorów 145) i 146) siłę równoważną U_2 wraz z wychyleniem y , zdolną wywołać natężenia Σk_1 i Σk_2

$$U_2 = \frac{\Sigma k_1 + \Sigma k_2}{2} f_4 = \frac{1.304 - 0.598}{2} \times 14576 =$$

$$= 0.353 \times 14576 = 5145.33 \text{ kg}$$

$$y = \frac{\Sigma k_1 - \Sigma k_2}{\Sigma k_1 + \Sigma k_2} e_1 = \frac{1.304 + 0.598}{1.304 - 0.598} \cdot 0.297 =$$

$$= 2.694 \times 0.297 = 0.80 \text{ m}.$$

Linia zerowa oo (rys. 21) rozgraniczająca powierzchnię wsporną płyty na dwie części, z których jedna będzie gniecioną a drugą rozciąganą, będzie leżeć w odległości z od środka tej powierzchni na prawo, która to odległość według wzoru 28)

$$z = \frac{J}{f_4 y} \text{ gdzie moment bezwładności}$$

$$J = \frac{D_n^4}{12} - \frac{\pi d^4}{64} = \frac{1.4^4}{12} - \frac{3.14}{64} \cdot 0.8^4 = 0.300037.$$

*

Po podstawieniu wartości będzie

$$z = \frac{0.300037}{1.4576 \times 0.8} - \frac{0.300037}{1.16608} = 0.257 \text{ m.}$$

Ponieważ szerokość powierzchni wspornej płyty od środka jej mierząc jest $\frac{D_u}{2}$ więc szerokość części *oobe* (rys. 21), odciętej linią zerową *oo*, a narażonej na rozciąganie będzie

$$ob = \frac{D_u}{2} - z = \frac{1.40}{2} - 0.257 = 0.443 \text{ m.}$$

Stąd powierzchnia
 $oo bc = 1.40 \times 0.443 = 0.6202 \text{ m}^2 = 6202 \text{ cm}^2$;
 od niej potrzeba jednak odjąć jeszcze cząstkę przypadającą na odcinek kołowego przekroju przewodu komina, a do tego celu wiedzie następujący rachunek:

$$\frac{c^2}{4} + z^2 = \frac{d^2}{4}, \text{ stąd cięciwa odcinka } c = \sqrt{d^2 - 4z^2} =$$

$$= \sqrt{0.8^2 - 4 \times 0.257^2} = 0.613 \text{ m}$$

$$\frac{c}{2} = \frac{d}{2} \sin \frac{\alpha}{2}, \quad c = d \sin \frac{\alpha}{2}, \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{c}{d} = \frac{0.613}{0.800} = 0.76625$$

$$\log \sin \frac{\alpha}{2} = \log 0.76625 = 0.8843705 - 1 =$$

$$= 9.8843705 - 10$$

$\frac{\alpha}{2} = 50^\circ - 1' - 6''$, stąd odpowiadający cięciwie *c* kąt środkowy $\alpha = 100^\circ - 2' - 12''$.

Powierzchnia odcinka

$$f_0' = \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{4} \left(\frac{\pi}{180} \cdot \alpha - \sin \alpha \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{0.64}{4} \left(100.0367^\circ \times \right.$$

$$\left. \times 0.017453 - \sin (100^\circ - 2' - 12'') \right)$$

$$\log \sin (100^\circ - 2' - 12'') = \log \cos (10^\circ - 2' + 12'') =$$

$$= 0.9933113 - 1, \quad \sin (100^\circ - 2' - 12'') = 0.9847166$$

$$f_0' = 0.08 (1.7459405 - 0.9847166) = 0.0608979 \text{ m}^2 =$$

$$= 608.98 \text{ cm}^2.$$

Właściwa zatem część powierzchni wspornej płyty, odcięta linią zerową i wystawiona na rozciąganie będzie:

$$f_4' = oo bc - f_0' = 6202 - 608.98 = 5593.02 \text{ cm}^2.$$

Siła rozciągająca, działająca na tę powierzchnię zatem

$$N_c = f_4' \cdot \frac{\Sigma k_2}{2} = 5593.02 \times \left(-\frac{0.598}{2} \right) =$$

$$= -1672.31 \text{ kg} \quad \dots \quad 147)$$

Siła tej zmierzającej do oderwania części *os isobe* płyty od podnóża przeciwstawia opór oba naśrubki t_1, t_2 , którymi jest stale przytwierdzona do podnóża zapomocą końców śrubowych kotwi. Na każdy z tych naśrubków przypadnie do zrównoważenia $\frac{N_c}{2}$, gdyż siła N_c jest symetrycznie

w jednostajnych paskach podłużnych rozłożona na całą powierzchnię f_4' . Z całej tej części płyty najslabszy jest jej przekrój ii_1 i dlatego też obliczymy grubość δ tego przekroju, uważając całą tę

część *os isobe* jako belkę jednostajnie siłą N_c obciążoną i w miejscach t_1, t_2 stale przytwierdzoną, na zasadzie wzoru

$$\frac{1}{12} Pl = kW \quad \dots \quad 148)$$

We wzorze tym oczywiście trzeba wstawić N_c zamiast P , oraz t_1, t_2 zamiast l (rys. 21 przekr. poziomy $a-b$); wprzód jednak należy wyznaczyć wartość t_1, t_2 . W tym celu przyjmujemy, że środek C poziomego przekroju komina jest początkiem układu osi współrzędnych, i że naśrubek t_1 , względnie t_2 znajduje się w połowie przekątnej wzajemnej grubości dwu przyległych ścian podnóża, to z rys. 21 (przekr. poziomy $a-b$) łatwo wyprowadzić równanie dla rzędnej i odciętej punktu t_1 względnie t_2

$$y' = x' = \left[\frac{d}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{D_p}{2} \sqrt{2} - \frac{d}{2} \right) \right] \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{4} \left(D_p + \frac{d}{\sqrt{2}} \right) \quad 149)$$

gdzie D_p jest bok poziomego przekroju podnóża, d średnica przewodu komina; gdy zaś odległość obu naśrubków $D_k = t_1, t_2 = 2y'$, więc

$$D_k = \frac{1}{2} \left(D_p + \frac{d}{\sqrt{2}} \right) \quad \dots \quad 150)$$

Z wzoru 149) dowiadujemy się po podstawieniu $D_p = 1.7 \text{ m}$, $d = 0.8 \text{ m}$, że odcięta i rzędna każdego naśrubka kotwi (t_1, t_2, t_3, t_4)

$$x' = y' = \frac{1}{4} \left(1.7 + \frac{0.80}{1.4142} \right) = 0.25 \times 2.26569 = 0.566 \text{ m},$$

z wzoru zaś 150), że odstępy wzajemne naśrubków:

$$t_1 t_2 = t_2 t_3 = t_3 t_4 = t_4 t_1 = D_k = 2x' = 2 \times 0.566 = 1.132 \text{ m}.$$

Wreszcie dla prostokątnego przekroju ii_1 płyty moment bezwładności $W = \frac{b \delta^2}{6}$, gdzie δ jest grubością płyty, względnie wysokością przekroju, a podstawą jego $b = \frac{D_u - d}{2}$; to wszystko podstawivszy we wzór 148) otrzymamy

$$\frac{1}{12} N_c \cdot \frac{1}{2} \left(D_p + \frac{d}{\sqrt{2}} \right) = k \frac{D_u - d}{2} \cdot \frac{\delta^2}{6}$$

stąd

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{N_c \left(D_p + \frac{d}{\sqrt{2}} \right)}{k (D_u - d)}} \quad \dots \quad 151)$$

Z wzoru tego po podstawieniu szczegółowych wartości, a mianowicie $N_c = 1672.31 \text{ kg}$, $D_u = 1.4 \text{ m}$, $D_p = 1.7 \text{ m}$, $d = 0.8 \text{ m}$, wreszcie współczynnik wytrzymałości na wygięcie dla łanego żelaza $k = 250 \text{ kg/cm}^2$, — wypadnie grubość dolnej płyty ramy

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{1672.31}{250} \cdot \frac{1.7 + \frac{0.8}{1.4142}}{1.4 - 0.8}} =$$

$$= \sqrt{12.62978681} = 3.5538 \text{ cm} \approx 36 \text{ mm}.$$

Oczywiście wynik ten obliczenia odnosi się także i do reszty trzech boków płyty zależnie od zmiany kierunku wiatru. (C. d. n.).

Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych.

Napisał: Dr. Karol Wątarek.

(z 2-ma tablicami).

(Ciąg dalszy).

B) Działanie ciężarów sąsiednich.

Jeśli rozchodzi się o porównanie wytrzymałości dwu nawierzchni, wystarczy przeprowadze-

nie rachunku tylko dla jednego ciężaru; jeśli jednak chcemy wyznaczyć natężenia, wywołane działaniem ciężarów pionowych, należy wprowa-

działającą na nawierzchnię.

Badania, przeprowadzone przez prof. Ski-
bińskiego (rozprawa 4) wykazały, że większa
liczba ciężarów wywołuje stale mniejszy moment,
niż jeden ciężar, jeśli rozstaw osi lokomotywy jest
większy niż 1.15 odstepu podkładów. W rzeczy-
wistości przypadek ten ma prawie zawsze miej-
sce, a więc do obrachowania największego mo-
mentu należy przyjmować obciążenie jednym
ciężarem.

Dla ogólności podamy w dalszym ciągu ra-
chunek, uwzględniający wpływ ciężarów sąsiednich
na wielkość momentu w punkcie symetrii, aby
uzyskać możliwość obrachowania nateżeń, występu-
jących w szynie w rzeczywistości przy przejeź-
dzie lokomotywy.

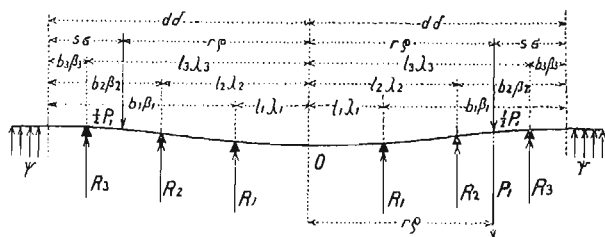
Jeśli wprowadzimy do badania belkę, spoczy-
wającą na sześciu podporach, to punkty utwier-
dzenia będą od środka symetrii tak znacznie od-
sunięte, iż wpływ ciężarów, stojących poza punk-
tami utwierdzenia, na wielkość momentu w środku
belki będzie bardzo mały i może być z wystar-
czającą dokładnością określony wzorem, ważnym
dla nawierzchni podłużnej:

$$26) \quad M = \frac{P_1}{4m} e^{-\rho} (\cos \rho - \sin \rho),$$

przyczem P_1 oznacza ciężar, zaś $\rho = m r$; gdzie r
oznacza odstęp ciężaru P_1 od punktu, w którym
obliczamy moment.

Mając dla danej nawierzchni obrachowane m
możemy wartość wyrażenia: $e^{-\rho} (\cos \rho - \sin \rho)$ od-
czytać z tabeli II a dzieła Zimmermanna,
poczem obrachowanie wartości dla M nie przed-
stawia żadnych trudności.

Przy symetrycznym rozkładzie podpór i cię-
żarów wielkość momentu, wywołanego w punkcie
 O ciężarem P_1 , nie zmieni się, jeśli ciężar ten
zastąpimy dwoma ciężarami $\frac{P_1}{2}$ symetrycznie
względem punktu O ustawionymi (rys. 3).



Rys. 3.

Rozważmy tu dwa przypadki, mogące zajść
w rzeczywistości, a mianowicie:

1. ciężar P_1 znajduje się między podporą R_2
i R_3 ;
2. ciężar P_1 znajduje się między podporą R_3
a punktem utwierdzenia.

W obydwu przypadkach wprowadzimy od-
stawianie podkładów R_1 od żwirówki o wymiar s .

Ogólne równanie linii ugięcia otrzyma formę:

$$E J y = \frac{M_0}{2} (l_1^2 - x^2) + R_1 v_1 E J -$$

$$- \frac{\Sigma R}{6} (x - l)^3 + \frac{P_1}{12} (x - r)^3 + E J s$$

wraz z pochodnymi:

$$E J \frac{d y}{d x} = -M_0 x - \frac{\Sigma R}{2} (x - l)^2 + \frac{P_1}{4} (x - r)^2$$

$$E J \frac{d^2 y}{d x^2} = -M_0 - \Sigma R (x - l) + \frac{P_1}{2} (x - r)$$

$$E J \frac{d^3 y}{d x^3} = -\Sigma R + \frac{P_1}{2}$$

Dla punktu utwierdzenia, czyli dla $x = d$
otrzymamy:

$$\frac{M_0}{2} (l_1^2 - d^2) + E J R_1 v_1 - \frac{\Sigma R}{6} (d - l)^3 + \frac{P_1}{12} (d - r)^3 +$$

$$+ E J s = \frac{A + B}{4 m^3}$$

$$- M_0 d - \frac{\Sigma R}{2} (d - l)^2 + \frac{P_1}{4} (d - r)^2 = - \frac{B}{2 m^2}$$

$$- M_0 - \Sigma R (d - l) + \frac{P_1}{2} (d - r) = \frac{B - A}{2 m}$$

$$- \Sigma R + \frac{P_1}{2} = A.$$

Po wyłączeniu z tych równań stałych A i B
i po wprowadzeniu stosunków zamiast długości
otrzymamy dwa równania:

$$27) \quad \begin{cases} 2 m M_0 (1 + \delta) + R_1 ((1 + \beta_1)^2 + R_2 (1 + \beta_2)^2 + \\ + R_3 (1 + \beta_3)^2) = \frac{P_1}{2} (1 + \sigma)^2 \\ 2 m M_0 (1 - \delta^2 + \lambda_1^2) + R_1 \left[2 \left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3} \right) + \right. \\ \left. + \frac{\psi v_1}{m} \right] + 2 R_2 \left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3} \right) + \\ + 2 R_3 \left(1 + \beta_3 - \frac{\beta_3^3}{3} \right) = P_1 \left(1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} \right) - \frac{s \psi}{m}. \end{cases}$$

Do równań tych dołączymy jeszcze dwa,
które otrzymamy z warunku, że $y_2 = R_2 v_2$ a $y_3 =$
 $= R_3 v_3$, a więc:

$$E J R_2 v_2 = \frac{M_0}{2} (l_1^2 - l_2^2) + E J R_1 v_1 +$$

$$+ E J s - \frac{R_1}{6} (l_2 - l_1)^3$$

$$E J R_3 v_3 = \frac{M_0}{2} (l_1^2 - l_3^2) + E J R_1 v_1 + E J s -$$

$$- \frac{R_1}{6} (l_3 - l_1)^3 - \frac{R_2}{6} (l_3 - l_2)^3 + \frac{P_1}{12} (l_3 - r)^3,$$

albo po wprowadzeniu stosunków i uporządko-
waniu:

$$28) \quad \begin{cases} 2 m M_0 (\lambda_2^2 - \lambda_1^2) + R_1 \left[\frac{2}{3} (\lambda_2 - \lambda_1)^3 - \frac{\psi v_1}{m} \right] + \\ + R_2 \frac{\psi v_2}{m} = \frac{s \psi}{m} \\ 2 m M_0 (\lambda_3^2 - \lambda_1^2) + R_1 \left[\frac{2}{3} (\lambda_3 - \lambda_1)^3 - \frac{\psi v_1}{m} \right] + \\ + \frac{2}{3} R_2 (\lambda_3 - \lambda_2)^3 + R_3 \frac{\psi v_3}{m} = \\ = \frac{P_1}{3} (\lambda_3 - \rho)^3 + \frac{s \psi}{m}. \end{cases}$$

Równania 27 i pierwsze z równań 28 ważne
są dla obydwu przypadków ustawienia ciężaru P_1 ;
drugie z równań 28 ważne jest tylko dla przy-
padku, gdy ciężar P_1 znajduje się na przestrzeni
między podporami R_2 i R_3 . Dla ustawienia cię-
żaru między podporą R_3 a punktem utwierdzenia
wyraz $\frac{P_1}{3} (\lambda_3 - \rho)^3$ prawej strony drugiego równa-
nia 28) odpada.

Dla przypadku 1., t. j. gdy ciężar P_1 znajduje
się między podporami R_2 i R_3 otrzymujemy z rów-
nań 27 i 28:

$$29) \quad \frac{2mM_0}{P_1} = \frac{\xi_{123}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + \xi_{12}\gamma_1\gamma_2 + \xi_{13}\gamma_1\gamma_3 + \xi_{23}\gamma_2\gamma_3 + \xi_1\gamma_1 + \xi_2\gamma_2 + \xi_3\gamma_3 + \frac{(1+\sigma)^2}{2}}{N_m} + \frac{s}{P_1 v_1} \frac{\sigma_{23}\gamma_2\gamma_3 + \sigma_2\gamma_2 + \sigma_3\gamma_3 + (1+\beta_1)^2}{N_m}$$

Mianownik N_m otrzymuje wartość tę samą, co mianownik równań (12)–(15), podobnie współczynniki σ pozostają identyczne ze współczynnikami σ drugiego wyrazu równania (12) zaś dla współczynników ξ otrzymujemy wyznaczniki:

to dla równych odstępów podkładów a czyli $a=ma$, otrzymany:

$$\xi_{123} = [s] \left[\alpha^6 \left(\frac{8}{9} + \frac{4}{9} \alpha - \frac{1}{27} \alpha^3 \right) \right] - [\sigma] \left[\alpha^6 \left(\frac{4}{9} + \frac{4}{9} \alpha + \right. \right.$$

$$\xi_{123} = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ 0, & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0, & 0 \\ \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\xi_{12} = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ 0, & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\xi_{13} = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\xi_{23} = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\xi_1 = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_1)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$\xi_2 = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2 \\ \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$\xi_3 = \begin{vmatrix} \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ \left[\left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) + \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3\right], & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Jeśli dla skrócenia oznaczymy symbolicznie: $[s] = \frac{(1+\sigma)^2}{2}$; $[\sigma] = 1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3}$; $[r] = \frac{1}{3}(\lambda_3 - \varrho)^3$

$$+ \frac{1}{9} \alpha^2) - [r] \left[\alpha^4 \left(\frac{4}{3} + \frac{8}{3} \alpha + \frac{22}{9} \alpha^2 + \frac{4}{3} \alpha^3 + \frac{1}{4} \alpha^4 \right) \right]$$

$$\xi_{12} = -[\sigma] \left[\alpha^3 \left(\frac{4}{3} + 2\alpha - \frac{3}{2} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^3 \left(\frac{2}{3} + 2\alpha + \frac{3}{2} \alpha^2 \right) \right]$$

$$\xi_{13} = -[s] \left[\alpha^3 \left(\frac{32}{3} + \frac{16}{3} \alpha - \frac{4}{9} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^3 \left(\frac{16}{3} + \frac{16}{3} \alpha + \frac{4}{3} \alpha^2 \right) \right] + [r] \left[\alpha \left(4 + 12\alpha + \frac{46}{3} \alpha^2 + \frac{25}{3} \alpha^3 + \frac{25}{12} \alpha^4 \right) \right]$$

$$\xi_{23} = -[s] \left[\alpha^3 \left(\frac{4}{3} + \frac{2}{3} \alpha - \frac{1}{18} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^3 \left(\frac{2}{3} + \frac{2}{3} \alpha + \frac{1}{6} \alpha^2 \right) \right] + [r] \left[\alpha \left(2 + 4\alpha + \frac{11}{3} \alpha^2 + 2\alpha^3 + \frac{3}{8} \alpha^4 \right) \right]$$

$$\xi_1 = [s] \left(2 + 5\alpha - \frac{125}{12} \alpha^3 \right) - [\sigma] \left(1 + 5\alpha + \frac{25}{4} \alpha^2 \right)$$

$$\xi_2 = [s] \left(2 + 3\alpha - \frac{9}{4} \alpha^3 \right) - [\sigma] \left(1 + 3\alpha + \frac{9}{4} \alpha^2 \right)$$

$$\xi_3 = [s] \left(2 + \alpha - \frac{\alpha^3}{12} \right) - [\sigma] \left(1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{4} \right) - [r] \left(2 + 2\alpha + \frac{\alpha^2}{2} \right).$$

Wartości nawiasów, obrachowane dla a w granicach od 0,5 do 1,5 przedstawia załączona tabela IV.

Dla oddziaływania podporowego R_1 otrzymujemy wyrażenie:

$$30) \quad \frac{R_1}{P_1} = \frac{\varphi_{111}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + \varphi_{11}\gamma_1\gamma_2 + \varphi_{13}\gamma_1\gamma_3 + \varphi_1\gamma_1}{N_m} \text{ do-}$$

datek dla s . Dodatek dla s identyczny jest z dodatkiem w równaniu (13) zaś dla współczynników φ otrzymujemy wyznaczniki:

$$\varphi_{111} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & 0, & 0, & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

Tabela IV. Działanie ciężarów sąsiednich.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki licznika dla momentu.																		α
	ξ_{123}			ξ_{12}		ξ_{13}			ξ_{23}			ξ_1		ξ_2		ξ_3			
	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	
0.5	0,01726	0,01083	0,21625	0,26823	0,25521	1,65972	1,04167	7,50260	0,20747	0,13021	2,59506	3,19792	5,06250	3,21875	3,06250	2,48958	1,56250	3,12500	0.5
0.6	0,05359	0,03508	0,53573	0,47722	0,31984	2,97446	1,94688	11,27400	0,37181	0,24336	3,72036	2,75000	6,25000	3,31400	3,61000	2,58200	1,69000	3,38000	0.6
0.7	0,13969	0,09530	1,18012	0,76106	0,96097	4,88691	3,33396	16,29031	0,61037	0,41675	5,16090	1,92708	7,56250	3,32825	4,20250	2,67142	1,32250	3,64500	0.7
0.75	0,21477	0,14957	1,69273	0,92338	1,27010	6,10872	4,25416	19,35000	0,76359	0,53177	6,01871	1,35521	8,26563	3,30073	4,51563	2,71484	1,89063	3,78125	0.75
0.8	0,32118	0,22332	2,38230	1,10365	1,65206	7,52936	5,35210	22,82666	0,94117	0,66902	6,97942	0,66667	9,00000	3,24800	4,84000	2,75733	1,96000	3,92000	0.8
0.85	0,46921	0,34042	3,29664	1,29709	2,11890	9,16671	6,65070	26,76013	1,14534	0,83134	8,05215	-0,14688	9,76563	3,16827	5,17562	2,79882	2,03062	4,06125	0.85
0.9	0,67057	0,49656	4,49386	1,48704	2,68394	11,03901	8,17452	31,20557	1,37937	1,02132	9,24664	-1,09375	10,56250	3,05975	5,52250	2,83925	2,10250	4,20500	0.9
0.95	0,94046	0,71080	6,04326	1,67384	3,36137	13,16303	9,94370	36,17620	1,64538	1,24359	10,57294	-2,18125	11,39063	2,92085	5,83062	2,87855	2,17563	4,35125	0.95
1.0	1,29630	1,00060	8,02777	1,83333	4,16667	15,55555	12,00000	41,75000	1,94444	1,50000	12,04167	-3,41667	12,25000	2,75000	6,25000	2,91667	2,25000	4,50000	1.0
1.05	1,75914	1,38514	10,54529	1,96437	5,11703	18,23344	14,35806	47,96816	2,27932	1,79477	13,66419	-4,80831	13,14063	2,54540	6,63062	2,95353	2,32563	4,65125	1.05
1.1	2,35938	1,89168	13,71149	2,04552	6,23130	21,21335	17,05450	54,88473	2,65254	2,13132	15,45248	-6,36459	14,06250	2,30525	7,09250	2,98908	2,40250	4,80500	1.1
1.15	3,10804	2,55019	17,66123	2,05623	7,52909	24,52305	20,12151	62,55565	3,06539	2,51519	17,41887	-8,09271	15,01563	2,02798	7,42563	3,02326	2,48062	4,96125	1.15
1.2	4,05564	3,39741	22,55191	1,97222	9,03169	28,16410	23,59290	71,04000	3,52051	2,94913	19,57656	-10,00000	16,00000	1,71200	7,84000	3,05600	2,56000	5,12000	1.2
1.3	6,68657	5,84043	35,91392	1,40131	12,74627	36,52196	31,90044	90,70343	4,56523	3,98756	24,52022	-14,38542	18,06250	0,95675	8,70250	3,11692	2,72250	5,44500	1.3
1.4	10,61268	9,67119	55,61423	0,04755	17,57990	46,41138	42,29410	114,45466	5,80142	5,28678	30,40138	-19,58334	20,25000	0,02600	9,61000	3,17133	2,89000	5,78000	1.4
* 1.5	16,29494	15,50336	84,03218	-2,29220	23,76564	57,93751	55,12499	142,75732	7,24218	6,89064	37,34766	-25,65626	22,56250	-1,09375	10,56250	3,21875	3,06250	6,12500	1.5

$$\varphi_{11} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & 0, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_{13} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_1 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Dla jednakowych odstępów podkładów a otrzymujemy:

$$\varphi_{111} = -[s] \left[\frac{\alpha^5}{3} \left(8+4\alpha - \frac{1}{3} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\frac{\alpha^5}{3} \left(4+4\alpha + \right. \right.$$

$$\varphi_{222} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_{22} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_{23} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_2^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_2^2), & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_2 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_2^2), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Dla jednakowych odstępów podkładów a otrzymują powyższe wyznaczniki formę:

$$\varphi_{222} = [s] \left[\frac{\alpha^5}{3} \left(40+20\alpha - \frac{5}{3} \alpha^3 \right) \right] - [\sigma] \left[\frac{\alpha^5}{3} \left(20+ \right. \right.$$

$$\varphi_{333} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_{33} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_2)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_2^2), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_2^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3 \end{vmatrix}$$

$$+ \alpha^2) + [r] \left[\alpha^3 \left(4+8\alpha + \frac{22}{3} \alpha^2 + 4\alpha^3 + \frac{3}{4} \alpha^4 \right) \right]$$

$$\varphi_{11} = [s] \left[\alpha^2 \left(4+6\alpha - \frac{9}{2} \alpha^3 \right) \right] - [\sigma] \left[\alpha^2 \left(2+ \right. \right.$$

$$\varphi_{13} = [s] \left[\alpha^2 \left(12+6\alpha - \frac{1}{2} \alpha^3 \right) \right] - [\sigma] \left[\alpha^2 \left(6+6\alpha + \right. \right.$$

$$\varphi_1 = -[s] \left(1 - \frac{35}{4} \alpha^2 \right) + [\sigma] (1+3\alpha).$$

Dla oddziaływania R_2 otrzymujemy wzór:

$$31) \frac{R_2}{P_1} = \frac{\varphi_{222}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + \varphi_{22}\gamma_1\gamma_2 + \varphi_{23}\gamma_2\gamma_3 + \varphi_2\gamma_2}{N_m} + \text{do-}$$

datek dla s .

Dodatek dla s jest identyczny z dodatkiem w równ 14).

Dla współczynników φ otrzymujemy wyznaczniki:

$$\begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$+ 20\alpha + 5\alpha^2) - [r] \left[\alpha^3 \left(\frac{22}{3} + 20\alpha + 23\alpha^2 + \right. \right.$$

$$\varphi_{22} = -[s] \left[\alpha^2 \left(4 + \frac{28}{3} \alpha - 15\alpha^3 \right) \right] +$$

$$+ [\sigma] \left[\alpha^2 \left(2 + \frac{28}{3} \alpha + \frac{21}{2} \alpha^2 \right) \right]$$

$$\varphi_{23} = [s] \left[\alpha^2 \left(8+4\alpha - \frac{1}{3} \alpha^3 \right) \right] - [\sigma] \left[\alpha^2 \left(4+4\alpha + \right. \right.$$

$$+ \alpha^2) - [r] \left(1+6\alpha + \frac{19}{2} \alpha^2 + \frac{20}{3} \alpha^3 + \frac{23}{16} \alpha^4 \right)$$

$$\varphi_2 = -[s] \left(1 - \frac{27}{4} \alpha^2 \right) + [\sigma] (1+3\alpha).$$

Dla oddziaływania R_3 otrzymujemy wzór:

$$32) \frac{R_3}{P_1} = \frac{\varphi_{333}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + \varphi_{33}\gamma_2\gamma_3 + \varphi_{12}\gamma_1\gamma_3 + \varphi_3\gamma_3}{N_m} + \text{do-}$$

datek dla s ,

który to dodatek identyczny jest z drugim wyrazem równania 15).

Dla współczynników φ otrzymamy wyznaczniki:

$$\begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_{12} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{1}{3}(\lambda_3-\varrho)^3 \end{vmatrix}$$

$$\varphi_3 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\sigma)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_3^2), & \left[\left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) + \frac{1}{3}(\lambda_3-\varphi)^3 \right] \end{vmatrix}$$

Dla jednakowych odstępów podkładów a , otrzymamy:

$$\varphi_{333} = -[s] \left[\alpha^5 \left(\frac{32}{3} + \frac{124}{9} \alpha - 5 \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^5 \left(\frac{16}{3} + \frac{124}{9} \alpha + 8 \alpha^2 \right) \right] + [r] \left[\alpha^3 \left(\frac{10}{3} + 12 \alpha + 21 \alpha^2 + 24 \alpha^3 + \frac{81}{8} \alpha^4 \right) \right]$$

$$\varphi_{12} = -[s] \left[\alpha^2 \left(12 + \frac{74}{3} \alpha - \frac{95}{6} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^2 \left(6 + \frac{74}{3} \alpha + \frac{43}{2} \alpha^2 \right) \right] + [r] \left(1 + 6 \alpha + \frac{35}{2} \alpha^2 + \frac{100}{3} \alpha^3 + \frac{375}{16} \alpha^4 \right)$$

$$\varphi_{33} = -[s] \left[\alpha^2 \left(8 + \frac{34}{3} \alpha - \frac{9}{2} \alpha^3 \right) \right] + [\sigma] \left[\alpha^2 \left(4 + \frac{34}{3} \alpha + 7 \alpha^2 \right) \right] + [r] \left(1 + 6 \alpha + \frac{27}{2} \alpha^2 + 18 \alpha^3 + \frac{135}{16} \alpha^4 \right)$$

$$\varphi_3 = -[s] \left(1 - \frac{11}{4} \alpha^2 \right) + [\sigma] (1 + 3 \alpha) + [r] (1 + 3 \alpha).$$

Wartości nawiasów dla φ , obrachowane dla α w granicach od 0,5 do 1,5 przedstawiają załączone tabele V., VI. i VII.

Jeśli teraz analogicznie, jak przy jednym ciężarze, ograniczymy dowolność zagadnienia i przyjmiemy wszystkie oddziaływania jednostkowe równe, a więc $v_1=v_2=v_3=v$ i w ślad zatem $\gamma=\alpha$, to równania 29), 30), 31) i 32) dadzą sprowadzić się do bardzo prostych kształtów:

$$29 a) \cdot \frac{M_0}{\alpha P_1} = A_m [s] + B_m [\sigma] + C_m [r] + \frac{s}{P_1 v} [s m_0],$$

$$30 a) \cdot \frac{R_1}{P_1} = A_1 [s] + B_1 [\sigma] + C_1 [r] - \frac{s}{P_1 v} [s r_1],$$

$$31 a) \cdot \frac{R_2}{P_1} = A_2 [s] + B_2 [\sigma] + C_2 [r] + \frac{s}{P_1 v} [s r_2],$$

$$32 a) \cdot \frac{R_3}{P_1} = A_3 [s] + B_3 [\sigma] + C_3 [r] + \frac{s}{P_1 v} [s r_3],$$

przyczem wyrażenia A, B i C powstały z sumowania odpowiednich członów wyrażen dla ξ i φ , pomnożonych przez α w odpowiedniej potędze, a podzielonych przez wspólny mianownik N_m np.

$$A_m = \frac{1}{2 \alpha N_m} \left\{ \alpha^3 \left(\frac{8}{9} + \frac{4}{9} \alpha - \frac{1}{27} \alpha^3 \right) - \alpha^5 \left(\frac{40}{3} + 8 \alpha - 2 \alpha^3 \right) + \alpha \left(6 + 10 \alpha - \frac{51}{4} \alpha^3 \right) + 1 \right\}.$$

Wartości wyrażen A_m, B_m i C_m ; dalej A_1, B_1 i C_1 , oraz A_2, B_2, C_2 , wreszcie A_3, B_3, C_3 obrachowane dla α w granicach od 0,5 do 1,5 przedstawia tabela VIII.

Tabela V. Działanie ciężarów sąsiednich.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki licznika dla oddziaływania R_1										α
	φ_{111}			φ_{11}		φ_{13}			φ_1		
	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	
0,5	0,1088	0,0651	1,2975	1,6093	1,5313	3,7846	2,3438	8,0794	-1,1875	2,5000	0,5
0,6	0,2677	0,1752	2,6787	2,3861	2,5992	5,5771	3,6504	10,8631	-2,1500	2,8000	0,6
0,7	0,5986	0,4084	5,0577	3,2617	4,1185	7,8541	5,3532	14,2729	-3,2375	3,1000	0,7
0,75	0,8590	0,5982	6,7714	3,7133	5,0801	9,1626	6,3809	16,2380	-3,9219	3,2500	0,75
0,8	1,2044	0,8561	8,9336	4,1574	6,1952	10,5882	7,5264	18,3909	-4,6000	3,4000	0,8
0,85	1,6558	1,2013	11,6349	4,5782	7,4788	12,1329	8,8028	20,7426	-5,3219	3,5500	0,85
0,9	2,2351	1,6551	14,9796	4,9568	8,9465	13,7983	10,2182	23,3042	-6,0375	3,7000	0,9
0,95	2,9695	2,2444	19,0847	5,2721	10,6145	15,5873	11,7810	26,0374	-6,8969	3,8500	0,95
1,0	3,8889	3,0000	24,0833	5,5000	12,5000	17,5000	13,5000	29,1042	-7,7500	4,0000	1,0
1,05	5,0257	3,9575	30,1289	5,6126	14,6205	19,5366	15,3840	32,3665	-8,6469	4,1500	1,05
1,1	6,4182	5,1586	37,3950	5,5787	16,9945	21,7007	17,4422	35,8870	-9,5875	4,3000	1,1
1,15	8,1078	6,6525	46,0737	5,3640	19,6408	23,9896	19,6836	39,6783	-10,5719	4,4500	1,15
1,2	10,1386	8,4931	56,3798	4,9306	22,5792	26,4038	22,1184	43,7536	-11,6000	4,6000	1,2
1,3	15,4800	13,4775	82,8733	3,2338	29,4145	31,6055	27,6062	52,3094	-13,7875	4,9000	1,3
1,4	22,7410	20,7236	119,1733	0,1019	37,6712	37,2949	33,9864	63,1644	-16,1500	5,2000	1,4
1,5	32,5898	31,0078	168,0644	-4,9219	47,5318	43,4531	41,3438	74,9336	-18,6875	5,5000	1,5

Tabela VI. Działanie ciężarów sąsiednich.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki licznika dla oddziaływania R_2										α
	φ_{222}			φ_{22}		φ_{23}			φ_2		
	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	
0,5	0,5188	0,3256	3,1301	1,6979	2,1725	2,4896	1,5625	7,2982	-0,6875	2,5000	0,5
0,6	1,3385	0,8766	6,7085	2,2896	4,0968	3,7181	2,4336	9,6463	-1,4300	2,8000	0,6
0,7	2,9938	2,0419	13,0929	2,6402	6,7023	5,2360	3,5721	12,4868	-2,3075	3,1000	0,7
0,75	4,2949	2,9910	17,7961	2,6277	8,3850	6,1034	4,2574	14,1113	-2,7962	3,2500	0,75
0,8	6,0289	4,2806	23,8145	2,4223	10,3583	7,0588	5,0176	15,8321	-3,3200	3,4000	0,8
0,85	8,2789	5,9944	31,4330	1,9659	12,6570	8,0886	5,8635	17,8081	-3,8762	3,5500	0,85
0,9	11,1772	8,2667	40,9824	1,1866	15,3131	9,1992	6,8121	19,8980	-4,4675	3,7000	0,9
0,95	14,8495	11,2088	52,8377	0,0034	18,3575	10,3816	7,8540	22,1595	-5,0912	3,8500	0,95
1,0	19,4444	14,9999	67,4306	-1,6667	21,8324	11,6667	9,0000	24,6042	-5,7500	4,0000	1,0
1,05	25,1306	19,7866	85,1534	-3,9293	25,7634	13,0251	10,2560	27,2372	-6,4419	4,1500	1,05
1,1	32,0926	25,7932	106,9303	-6,8950	30,2235	14,4672	11,6281	30,0715	-7,1675	4,3000	1,1
1,15	40,5389	33,2652	132,9415	-10,6860	35,2036	15,9931	13,1225	33,1173	-7,9269	4,4500	1,15
1,2	50,6958	42,4668	164,3342	-15,4368	40,7808	17,6026	14,7456	36,3308	-8,7200	4,6000	1,2
1,3	77,1520	67,3890	245,0057	-28,4302	53,8728	21,0704	18,4041	43,6041	-10,4075	4,9000	1,3
1,4	113,7071	104,6210	358,0473	-47,2266	69,8638	24,8640	22,6576	51,8233	-12,2300	5,2000	1,4
1,5	162,9492	155,0391	511,7786	-73,4063	89,1563	28,9688	27,5625	61,1544	-14,1875	5,5000	1,5

Tabela VII. Działanie ciężarów sąsiednich.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki licznika dla oddziaływania R_3												α
	φ_{333}			φ_{12}			φ_{21}			φ_3			
	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	$\times [s]$	$\times [\sigma]$	$\times [r]$	
0.5	0.5291	0.4444	2.2770	5.5878	5.9271	14.0065	3.2755	2.8542	10.1523	0.3125	2.5000	2.5000	0.5
0.6	1.3390	1.2821	5.3113	8.4168	10.2744	21.1375	4.9781	4.7952	14.4415	0.0100	2.8000	2.8000	0.6
0.7	3.1260	3.1767	11.2114	11.6792	16.5616	30.8357	7.0500	7.5269	20.0148	-0.3475	3.1000	3.1000	0.7
0.75	4.4827	4.7855	15.8107	13.3988	20.5840	36.8227	8.2133	9.2461	23.3576	-0.5466	3.2500	3.2500	0.75
0.8	6.2685	7.0375	21.9180	15.1198	25.2726	43.6567	9.4467	11.2284	27.1120	-0.7600	3.4000	3.4000	0.8
0.85	8.5667	10.1272	29.9264	16.7916	30.7065	51.4491	10.7426	13.5011	31.3124	-0.9866	3.5500	3.5500	0.85
0.9	11.4750	14.2956	40.3003	18.3526	36.9481	60.2523	12.0848	16.0947	35.9929	-1.2275	3.7000	3.7000	0.9
0.95	15.0833	19.8554	53.5952	19.7222	44.0710	70.1628	13.4528	19.0264	41.1890	-1.4816	3.8500	3.8500	0.95
1.0	19.4445	27.1111	70.4583	20.7200	52.0532	81.2708	14.8332	22.3332	46.9375	-1.7500	4.0000	4.0000	1.0
1.05	24.6904	36.5190	91.6532	21.5757	61.3031	93.6687	16.0966	26.0383	53.2763	-2.0316	4.1500	4.1500	1.05
1.1	30.8688	48.6019	118.0748	21.8495	71.5635	107.4565	17.5146	30.1706	60.2452	-2.3275	4.3000	4.3000	1.1
1.15	38.0276	63.8748	160.7427	21.5351	83.0502	122.7318	19.1606	35.1649	67.8867	-2.7466	4.4500	4.4500	1.15
1.2	46.1826	83.0727	190.8412	20.5056	95.8464	139.6000	19.9066	39.8592	76.2400	-2.9600	4.6000	4.6000	1.2
1.3	65.3199	136.4990	298.9443	15.6807	125.7368	178.5482	21.7092	51.6520	95.2593	-3.6475	4.9000	4.9000	1.3
1.4	86.7534	216.7531	455.6289	5.2377	162.0301	225.2042	22.5721	65.8254	117.6655	-4.3900	5.2000	5.2000	1.4
1.5	109.7912	334.1243	677.8918	-9.9844	205.5938	280.5274	22.0781	82.6875	143.8426	-5.1875	5.5000	5.5000	1.5

Tabela VIII. Działanie ciężarów sąsiednich.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Moment M_0			Oddziaływanie R_1			Oddziaływanie R_2			Oddziaływanie R_3			α
	A_m	B_m	C_m	A_1	B_1	C_1	A_2	B_2	C_2	A_3	B_3	C_3	
0.5	0.2454	-0.2238	0.0466	0.0956	0.0144	-0.0926	0.0302	0.0679	-0.1105	-0.1216	0.1716	0.3808	0.5
0.6	0.1103	-0.1379	0.0744	0.1124	-0.0146	-0.0914	0.0456	0.0573	-0.1350	-0.1407	0.2025	0.4289	0.6
0.7	0.0351	-0.0784	0.0815	0.1139	-0.0352	-0.0794	0.0591	0.0454	-0.1603	-0.1512	0.2276	0.4673	0.7
0.75	0.0168	-0.0573	0.0802	0.1101	-0.0421	-0.0704	0.0658	0.0392	-0.1732	-0.1530	0.2382	0.4818	0.75
0.8	0.0019	-0.0409	0.0767	0.1042	-0.0468	-0.0600	0.0726	0.0329	-0.1863	-0.1527	0.2474	0.4937	0.8
0.85	-0.0077	-0.0281	0.0717	0.0965	-0.0496	-0.0486	0.0793	0.0269	-0.1993	-0.1507	0.2551	0.5031	0.85
0.9	-0.0140	-0.0182	0.0658	0.0878	-0.0507	-0.0367	0.0860	0.0193	-0.2120	-0.1471	0.2616	0.5102	0.9
0.95	-0.0173	-0.0103	0.0594	0.0784	-0.0500	-0.0246	0.0925	0.0121	-0.2242	-0.1424	0.2665	0.5154	0.95
1.0	-0.0189	-0.0052	0.0528	0.0687	-0.0466	-0.0128	0.0986	0.0047	-0.2356	-0.1383	0.2701	0.5183	1.0
1.05	-0.0191	-0.0012	0.0463	0.0592	-0.0461	-0.0015	0.1042	-0.0028	-0.2455	-0.1299	0.2781	0.5207	1.05
1.1	-0.0184	0.0016	0.0400	0.0500	-0.0429	0.0091	0.1092	-0.0101	-0.2553	-0.1231	0.2750	0.5211	1.1
1.15	-0.0172	0.0034	0.0340	0.0415	-0.0393	0.0188	0.1134	-0.0172	-0.2630	-0.1160	0.2765	0.5202	1.15
1.2	-0.0155	0.0046	0.0285	0.0333	-0.0354	0.0276	0.1168	-0.0245	-0.2696	-0.1078	0.2763	0.5181	1.2
1.3	-0.0121	0.0054	0.0190	0.0195	-0.0274	0.0421	0.1209	-0.0371	-0.2775	-0.0916	0.2748	0.5105	1.3
1.4	-0.0083	0.0051	0.0114	0.0087	-0.0197	0.0525	0.1216	-0.0484	-0.2803	-0.0741	0.2712	0.4989	1.4
1.5	-0.0060	0.0043	0.0056	0.0007	-0.0130	0.0594	0.1192	-0.0560	-0.2775	-0.0580	0.2657	0.4839	1.5

Graficznie, jako krzywe przedstawione są te wyrażenia na załączonej tablicy 2.

W przypadku drugim t. j., gdy ciężar P_1 znajduje się na przestrzeni między podporą R_3 a punktem utwierdzenia, wyraz $\frac{P_1}{3}(\lambda_3 - \rho)^3$ prawej strony drugiego równania (28) odpada, a wzory (29)–(32) pozostają ważne, jeśli wyrażenie $[r] = \frac{1}{3}(\lambda_3 - \rho)^3$ w wyznacznikach względnie wzorach dla ξ i φ podstawimy równe zero.

Ta sama uwaga odnosi się i do wzorów (29a)–(32a), które pozostaną ważne, jeśli współczynnik C przyjmujemy równy zero.

Jeśli równocześnie z dwoma ciężarami symetrycznymi P_1 działa na nawierzchnię ciężar P zaczepiający w środku symetrii, otrzymamy wypadkowy moment M_0 i wypadkowe oddziaływania podporowe R , sumując algebraicznie wpływy poszczególnych ciężarów.

Co do dodatków dla odstawiania s podkładu R_1 od żwirówki zauważyć należy, że przy równoczesnym działaniu ciężaru P w środku symetrii O i ciężarów P_1 symetrycznie względem punktu O rozmieszczonych, wprowadzenie dodatku dla s przeprowadzić należy tylko raz. Ciężar P działający w punkcie O powoduje ugięcie nawierzchni tak, że odstawianie podkładu znika i ciężary P_1 działają na nawierzchnię, nie wykazującą już nigdzie w mowie będącego odstawiania.

Zastosowania.

W zagadnieniach najogólniejszych, a więc przy nierównych odstępach podkładów i różnych oddziaływaniach jednostkowych v należy obrać wartość wszystkich wyznaczników dla każdego przypadku osobno; rachunek przy pewnej wprawie w logarytmowaniu prosty i dosyć szybki.

W przypadku równych odstępów podkładów, a nierównych v należy z załączonych tabel odczytać wartości współczynników, poczem obrać wyznaczniki i mianownika przeprowadzić się szybko i łatwo.

Gdy obok równych odstępów podkładów mamy i równe oddziaływania v możemy z tabel względnie tablic odczytać wprost wartości momentu i oddziaływań podporowych podobnie, jak to ma miejsce w rozprawie 4.

Przykład 1.

Wyznaczyć natężenie szyny nawierzchni poprzecznej następującego układu:

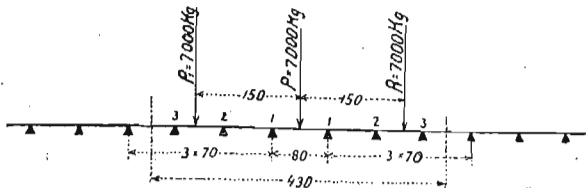
Dane: Moment bezwładności przekroju szyny $J = 800 \text{ cm}^4$; moment oporu przekroju szyny $W = 130 \text{ cm}^3$; szerokość podkładu $b = 25 \text{ cm}$; długość podkładu 240 cm .

Podkłady żelazne:

$$J_p = 250 \text{ cm}^4; E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2.$$

Obciążenie nawierzchni lokomotywą 3-osiową rozstaw osi i ciężar kół podług rys. 4. Znamię podłoża $C = 3 \text{ kg/cm}^2$; podkłady (1) odstawiają od

żwirówki o $s=0.4$ cm, nadto podbicie słabsze tak, że wgłębienie ich pod ciężarem o 50% większe, niż podkładów sąsiednich, należycie podbitych.



Rys. 4.

Podług wzoru 3) obliczamy:

$$z = \sqrt[4]{\frac{3 \times 25}{4 \times 250 \times 2 \times 10^6}} = 0.014.$$

Dla podkładu otrzymujemy:

$$\rho = zr = 75 \times 0.014 = 0.85; \lambda = zl = 120 \times 0.014 = 1.7.$$

Z tabeli VI. dzieła Zimmermanna czytamy: $[\eta_0] = 0.6385$. Z wzoru 2) otrzymujemy:

$$v = \frac{0.014}{3 \times 25} \times 0.6385 = 0.0001192;$$

a więc zgodnie z danymi zadania:

$$v_1 = 0.0001192 \times 1.5 = 0.0001788;$$

$$v_2 = v_3 = 0.0001192.$$

Według wzoru 4a) obliczamy:

$$\psi = \frac{1}{70 \times 0.0001192} = 120,$$

wreszcie z wzoru 5):

$$m = \sqrt[4]{\frac{120}{4 \times 2 \times 10^6 \times 800}} = 0.011702.$$

Dla $d = 215$ cm; $l_1 = 40$ cm; $l_2 = 110$ cm; $l_3 = 180$ cm; $b_1 = 175$ cm; $b_2 = 105$ cm; $b_3 = 35$ cm albo $\delta = 2.5159$; $\lambda_1 = 0.4681$; $\lambda_2 = 1.2872$; $\lambda_3 = 2.1064$; $\beta_1 = 2.0478$; $\beta_2 = 1.2287$; $\beta_3 = 0.4096$ obliczamy wyznaczniki:

$\eta_{1,2,3} = 6.7594$; $\eta_{1,2} = 26.9206$; $\eta_{1,3} = 47.2008$; $\eta_{2,3} = 12.8206$; $\eta_{1,4,8,7,7,6,7}$; $\eta_2 = 29.5677$; $\eta_3 = 11.5252$ oraz podług wzorów 10):

$$\gamma_1 = 0.5454; \gamma_2 = \gamma_3 = 0.8181.$$

Z wzoru 11) obrachowana wartość wspólnego mianownika:

$$N_m = 107.8572.$$

Działanie jednego ciężaru P w środku symetrii.

Dla liczników otrzymujemy wartości wyznaczników:

1. dla wzoru 12) $\mu_{1,2,3} = 2.0801$; $\mu_{1,2} = 8.5071$; $\mu_{1,3} = 16.6154$; $\mu_{2,3} = 9.0395$; $\mu_1 = 18.6227$; $\mu_2 = 25.2789$; $\mu_3 = 14.5132$; $\sigma_{2,3} = 7.9680$; $\sigma_2 = 26.2577$; $\sigma_3 = 19.2011$.

2. dla wzoru 13) $\Delta_{1,1,1} = 4.3214$; $\Delta_{1,1} = 16.3376$; $\Delta_{1,3} = 25.7035$; $\Delta_1 = 25.4064$.

3. dla wzoru 14) $\Delta_{2,2,2} = -1.3660$; $\Delta_{2,2} = -3.0567$; $\Delta_{2,3} = 12.6356$; $\Delta_2 = 18.8990$; $\tau_{1,3} = 23.8159$; $\tau_1 = 36.7090$.

4. dla wzoru 15) $\Delta_{3,3,3} = 0.5476$; $\Delta_{3,3} = -7.7020$; $\Delta_{1,2} = -2.7396$; $\Delta_3 = 10.1700$; $\tau_{1,2} = 13.6985$; $\tau_3 = 19.9040$.

Wartości liczników wzorów 12–15) obrachowane są:

wzór 12) wyraz pierwszy 66.9102, wyraz drugi 51.8119.

wzór 13) wyraz pierwszy 34.1924, wyraz drugi 45.7147.

wzór 14) wyraz pierwszy 22.0557, wyraz drugi 30.6475.

wzór 15) wyraz pierwszy 2.1427, wyraz drugi -4.7434.

Wreszcie dla $s=0.4$ cm, $P=7000$ kg, otrzymujemy:

$$M_0 = 26.5065 P + 114799. s = 185546 + 45920 = 231466 \text{ kgcm},$$

a natężenie szyny:

$$\sigma = \frac{185546 + 45920}{130} = 1427 + 353 = 1780 \text{ kg/cm}^2.$$

Wzrost natężenia wskutek odstawania $s=0.4$ cm wynosi więc 24.7%.

Dalej otrzymujemy:

$$R_1 = 0.3170 P - 2370 s = 2219 - 948 = 1271 \text{ kg}.$$

Zmniejszenie oddziaływania R_1 wskutek odstawania $s=0.4$ cm wynosi więc 42.7%.

Dalej otrzymujemy:

$$R_2 = 0.2045 P + 2384 s = 1432 + 954 = 2386 \text{ kg}.$$

Zwiększenie oddziaływania R_2 wynosi więc 66.6%.

Wreszcie otrzymujemy:

$$R_3 = 0.0199 P + 369 s = 139 + 148 = 287 \text{ kg}$$

a zwiększenie oddziaływania R_3 wynosi aż 106.5%.

Znając moment w punkcie symetrii oraz oddziaływania podporowe R obliczamy dalej: podług wzoru 17)

$$M_1 = [185546 + 45920] - 7000 \times 20 = 45546 + 45920 = 91466 \text{ kgcm},$$

podług wzoru 18)

$$M_2 = (185546 + 45920) - (7000 \times 55) + (2219 - 948) 70 = -44124 - 20440 = -64564 \text{ kg cm},$$

podług wzoru 19)

$$M_3 = (185546 + 45920) - 7000 \times 90 + (2219 - 948) 140 + (1432 + 954) 70 = -33554 - 20020 = -53574 \text{ kg cm}$$

podług wzoru 20)

$$M_4 = (185546 + 45920) - \left(7000 \times \frac{215}{2}\right) + (2219 - 948) 175 + (1432 + 954) \times 105 + (139 + 148) 35 = -23404 - 14630 = -38034 \text{ kgcm}.$$

Podobnie otrzymujemy dalej podług wzoru 21)–25):

$$y_1 = 0.5454 \times 0.0001788 \times 0.2191 \left[2 \times 0.011702 (185546 + 45920) - \frac{7000 \times 0.4681}{2} \right] + (2219 - 948) 0.0001788 + 0.4 = 0.47 - 0.15 + 0.4 = 0.72 \text{ cm},$$

$$y_1 = (2219 - 948) 0.0001788 + 0.4 = 0.40 - 0.17 + 0.40 = 0.63 \text{ cm},$$

$$y_2 = (1432 + 954) 0.0001192 = 0.17 + 0.11 = 0.28 \text{ cm},$$

$$y_3 = (139 + 148) 0.0001192 = 0.017 + 0.018 = 0.035 \text{ cm},$$

$$y_4 = \frac{1}{3} 7000 \times 0.0001788 \times 0.5454 (15.9250 - 0.1026) - 2 (185546 + 45920) \times 0.011702 \times 0.0001788 \times 0.5454 (6.3298 - 0.2191) + (0.40 - 0.17 + 0.40) - \frac{2}{3} 0.0001788 \times 0.5454 [(2219 - 948) 8.5874 + (1432 + 954) 1.8550 + (139 + 148) 0.0687] = -0.003 + 0.004 = 0.001 \text{ cm}$$

Linie ugięcia, linie momentów oraz oddziaływań przedstawiają szematycznie szkice na rys 5.

Działanie ciężarów sąsiednich.

Wprowadźmy teraz dwa ciężary symetryczne P_1 na belkę.

Dla $r=150$ cm; $s=65$ cm; otrzymujemy:

$$\sigma = 0.7606; \rho = 1.7553; \frac{(1+\sigma)^2}{2} = 1.5499;$$

$$\left(1 + \sigma - \frac{\sigma^2}{3}\right) = 1.6140; \frac{1}{3} (\lambda_3 - \rho)^3 = 0.0144.$$

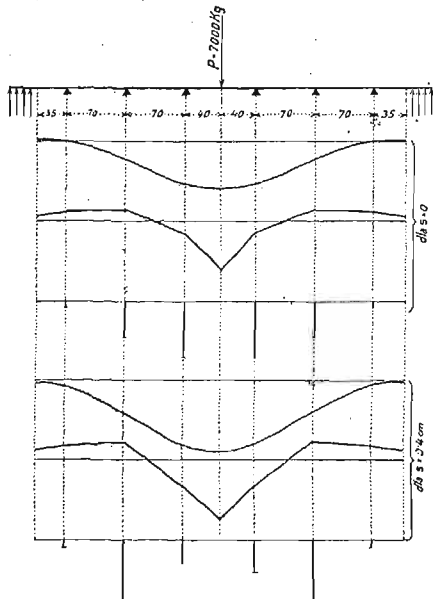
Obrachowane wartości wyznaczników przedstawiają się jak następuje:

$$\text{dla wzoru 29) } \xi_{123} = 0.1413; \xi_{12} = 1.1084; \\ \xi_{13} = -2.8383; \xi_{23} = -0.3855; \xi_1 = -14.4182; \\ \xi_2 = -3.0251; \xi_3 = 1.0627.$$

$$\text{dla wzoru 30) } \varphi_{111} = -0.5543; \varphi_{11} = -4.3494; \\ \varphi_{13} = 4.3161; \varphi_1 = 13.5955.$$

$$\text{dla wzoru 31) } \varphi_{222} = 2.4996; \varphi_{22} = 15.7495; \\ \varphi_{23} = 2.7881; \varphi_2 = 11.3672.$$

$$\text{dla wzoru 32) } \varphi_{333} = 1.3649; \varphi_{33} = 3.7127; \\ \varphi_{12} = 68.1015; \varphi_3 = 7.1093.$$



Rys. 5.

Obrachowane następnie liczniki otrzymują wartości:

Dla wzoru 29) -8.8975 ; dla wzoru 30) 7.1978 ; dla wzoru 31) 19.1052 ; wreszcie dla wzoru 32) 39.1855 i otrzymujemy:

$$M_0 = -3.525 P_1 = -24675 \text{ kgcm}$$

$$R_1 = 0.066 P_1 = 462 \text{ kg}$$

$$R_2 = 0.177 P_1 = 1239 \text{ kg}$$

$$R_3 = 0.363 P_1 = 2541 \text{ kg}.$$

Dla obydwu ciężarów P_1 otrzymamy:

$$M_0 = -49350 \text{ kg cm}; R_1 = 924 \text{ kg}; R_2 = 2478 \text{ kg};$$

$$R_3 = 5082 \text{ kg}.$$

Jeśli odstawanie podkładów (1) od żwirówki nie ma miejsca, otrzymujemy przy równoczesnym działaniu wszystkich trzech ciężarów jako wypadkowe: $M_0 = 136196 \text{ kg cm}$; $R_1 = 3143 \text{ kg}$; $R_2 = 3910 \text{ kg}$; $R_3 = 5221 \text{ kg}$, a gdy podkłady (1) odstawiają o $s = 0.4 \text{ cm}$:

$$M_0 = 182116 \text{ kgcm}; R_1 = 2195 \text{ kg}; R_2 = 4863 \text{ kg};$$

$$R_3 = 5369 \text{ kg}.$$

Przykład 2.

Dane dla nawierzchni, jak w przykładzie pierwszym, tylko odstęp podkładów jednakowe: $a = 70 \text{ cm}$.

Niezmiennie pozostają wartości poprzedniego przykładu:

$$v_1 = 0.0001788; v_2 = v_3 = 0.0001192; \psi = 120;$$

$$m = 0.011702; \gamma_1 = 0.5454; \gamma_2 = \gamma_3 = 0.8181.$$

Dla $\alpha = 0.011702 \times 70 = 0.82$ czytamy z tablic przez interpolację:

Współczynniki wspólnego mianownika (Tabela I.):

$$\eta_{123} = 8.6504; \eta_{12} = 25.1214; \eta_{13} = 44.7705;$$

$$\eta_{23} = 13.8596; \eta_1 = 46.7797; \eta_2 = 28.7922;$$

$$\eta_3 = 11.2946; (1 + \delta) = 3.4600,$$

zaś wartość wspólnego mianownika podług wz. 10) 105.3876 .

Dla ciężaru P w środku odczytamy przez interpolację z tabeli I.:

$$\mu_{123} = 2.4396; \mu_{12} = 7.1463; \mu_{13} = 14.1630;$$

$$\mu_{23} = 9.9981; \mu_1 = 15.9724; \mu_2 = 23.7477;$$

$$\mu_3 = 13.9094; \frac{(1 + \delta)^2}{2} = 5.9885; \sigma_{23} = 10.1698;$$

$$\sigma_2 = 26.4449; \sigma_3 = 19.2864; (1 + \beta_1)^2 = 9.3062$$

zaś z tabeli II.:

$$\Delta_{111} = 5.1883; \Delta_{11} = 14.7979; \Delta_{13} = 24.0142;$$

$$\Delta_1 = 24.1744.$$

$$\Delta_{222} = -1.0737; \Delta_{22} = -2.3934; \Delta_{23} = 12.0035;$$

$$\Delta_2 = 18.1697.$$

$$\tau_{13} = 22.8797; \tau_1 = 35.5008.$$

$$\Delta_{333} = 0.2334; \Delta_{33} = -5.6331; \Delta_{12} = -2.1266;$$

$$\Delta_3 = 9.8332.$$

$$\tau_{12} = 10.0143; \tau_3 = 19.3316.$$

$$\text{Licznik pierwszego wyrazu wzoru 12) } 62.5978$$

$$\text{„ drugiego „ „ 12) } 53.5255$$

$$\text{„ pierwszego „ „ 13) } 32.3966$$

$$\text{„ drugiego „ „ 13) } 45.5311$$

$$\text{„ pierwszego „ „ 14) } 19.4083$$

$$\text{„ drugiego „ „ 14) } 29.5708$$

$$\text{„ pierwszego „ „ 15) } 3.4106$$

$$\text{„ drugiego „ „ 15) } -6.0751$$

i otrzymujemy:

$$M_0 = 25.3790 P + 121370 s = 177653 + 48548 s = 226201 \text{ kg cm}.$$

$$R_1 = 0.3074 P - 2416 s = 2152 - 966 = 1186 \text{ kg}$$

$$R_2 = 0.1841 P + 2354 s = 1289 + 942 = 2231 \text{ kg}$$

$$R_3 = 0.0323 P + 484 s = 226 + 194 = 420 \text{ kg}.$$

Obrachujemy dalej:

$$M_1 = (177653 + 48548) - \left(\frac{7000}{2} \times 35\right) = 55153 + 48548 = 103701 \text{ kgcm}$$

$$M_2 = (177653 + 48548) - \frac{7000}{2} \times 105 +$$

$$+ (2152 - 966)70 = -39207 - 19072 = -58279 \text{ kgcm}$$

$$M_3 = (177653 + 48548) - \frac{7000}{2} \times 175 +$$

$$+ (2152 - 966)140 + (1289 + 942)70 =$$

$$= -43337 - 20872 = -64209 \text{ kgcm}$$

$$M_4 = (177653 + 48548) - \frac{7000}{2} \times 210 +$$

$$+ (2152 - 966)175 + (1289 + 942)105 + (226 + 194)35 = -37492 - 14802 = -52294 \text{ kgcm}.$$

Podobnie otrzymujemy:

$$y_0 = \frac{1}{2} 0.0001788 \times 0.5454 \times$$

$$\times 0.82^3 \left(\frac{177653 + 48548}{70} - \frac{1}{12} 7000 \right) +$$

$$+ (2152 - 966)0.0001788 + 0.4 = 0.437 - 0.154 + 0.4 = 0.683 \text{ cm}$$

$$y_1 = (2152 - 966)0.0001788 + 0.4 = 0.385 - 0.173 + 0.4 = 0.612 \text{ cm}$$

$$y_2 = (1289 + 942)0.0001192 = 0.154 + 0.112 = 0.266 \text{ cm}$$

$$y_3 = (226 + 194)0.0001192 = 0.027 + 0.023 = 0.050 \text{ cm}$$

$$y_4 = 0.385 - 0.173 + 0.4 + \frac{1}{24} 0.0001788 \times 0.5454 \times$$

$$\times 0.82^3 \times \left[(215 \times 7000) - \left(420 \frac{177653 + 48548}{70} \right) \right]$$

$$- 420(2152 - 966) - 54(1289 + 942) - 2(226 + 194) =$$

$$= 0.010 + 0.001 = 0.011 \text{ cm}.$$

Jeśli teraz wprowadzimy ciężary sąsiadujące P_1 na belkę, to dla $r = 150 \text{ cm}$; $s = 60 \text{ cm}$, a $\varrho = 1.755$; $\sigma = 0.702$, otrzymamy:

$$[s] = 1.4484; [\sigma] = 1.5867; [r] = 0.0083.$$

Dla $\alpha=0.82$ czytamy przez interpolację z tabeli IV.:

$$\begin{aligned}\xi_{1,2,3} &= 0.3804 [s] - 0.2732 [\sigma] + 2.7480 [r] = 0.0947. \\ \xi_{1,2} &= -1.1840 [s] + 1.8388 [\sigma] = 1.2027. \\ \xi_{1,3} &= -8.1843 [s] + 5.8715 [\sigma] + 24.4000 [r] = -2.3353. \\ \xi_{2,3} &= -1.0230 [s] + 0.7347 [\sigma] + 7.4085 [r] = -0.2545. \\ \xi_{1,1} &= 0.3413 [s] - 9.3053 [\sigma] = -14.2704. \\ \xi_{2,1} &= 3.2161 [s] - 4.9743 [\sigma] = -3.2345. \\ \xi_{3,1} &= 2.7739 [s] - 1.9882 [\sigma] - 3.9765 [r] = 0.8300.\end{aligned}$$

Podobnie czytamy z tabeli V.:

$$\begin{aligned}\varphi_{1,1} &= -1.8364 [s] + 0.9942 [\sigma] + 10.0141 [r] = -0.9992. \\ \varphi_{1,1} &= +4.3257 [s] - 6.7086 [\sigma] = -4.3792. \\ \varphi_{1,3} &= +11.2061 [s] - 8.0370 [\sigma] - 19.3316 [r] = 3.3181. \\ \varphi_{1,1} &= +4.8888 [s] + 3.4600 [\sigma] = 12.5709.\end{aligned}$$

Z tabeli VI. otrzymujemy:

$$\begin{aligned}\varphi_{2,2} &= 6.9259 [s] - 4.9661 [\sigma] - 26.8619 [r] = 1.9288. \\ \varphi_{2,2} &= -2.2398 [s] + 11.2778 [\sigma] = 14.6504. \\ \varphi_{2,3} &= 7.4707 [s] - 5.3580 [\sigma] - 16.6525 [r] = 2.1809. \\ \varphi_{2,2} &= +3.5425 [s] + 3.46 [\sigma] = 10.6210.\end{aligned}$$

Wreszcie z tabeli VII.:

$$\begin{aligned}\varphi_{3,3} &= -7.1878 [s] + 8.2734 [\sigma] + 25.1214 [r] = 2.9251. \\ \varphi_{3,3} &= -15.7885 [s] + 27.4462 [\sigma] + 46.7797 [r] = 21.0691. \\ \varphi_{1,2} &= -9.9651 [s] + 12.1387 [\sigma] + 28.7922 [r] = 5.0661. \\ \varphi_{3,3} &= +0.8506 [s] + 3.46 [\sigma] + 3.46 [r] = 6.7507.\end{aligned}$$

Dla danych γ obliczamy liczniki:

dla wzoru 29) -8.9429 ; dla wzoru 30) 6.0180 ;
dla wzoru 31) 17.3896 ; dla wzoru 32) 22.9523 .

A stąd:

$$\begin{aligned}M_0 &= -3.626 P_1 = -25382 \text{ kgcm} \\ R_1 &= 0.057 P_1 = 399 \text{ kg} \\ R_2 &= 0.165 P_1 = 1155 \text{ kg} \\ R_3 &= 0.218 P_1 = 1526 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dla dwóch ciężarów P_1 otrzymamy:

$$M_0 = -50764 \text{ kgcm}; R_1 = 798 \text{ kg}; R_2 = 2310 \text{ kg}; \\ R_3 = 3052 \text{ kg}.$$

Dla wszystkich trzech ciężarów, działających jednocześnie, otrzymamy, gdy nie ma odstawiania podkładów (1):

$$\begin{aligned}M_0 &= 177653 \quad 50764 = 126889 \text{ kgcm} \\ R_1 &= 2152 + 798 = 2950 \text{ kg} \\ R_2 &= 1289 + 2310 = 3599 \text{ kg} \\ R_3 &= 226 + 3052 = 3278 \text{ kg}.\end{aligned}$$

zaś przy odstawianiu $s=0.4 \text{ cm}$:

$$\begin{aligned}M_0 &= 226201 - 50764 = 175437 \text{ kgcm} \\ R_1 &= 1186 + 798 = 1984 \text{ kg} \\ R_2 &= 2231 + 2310 = 4541 \text{ kg} \\ R_3 &= 420 + 3052 = 3472 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Przykład 3.

Dana nawierzchnia, jak w przykładzie 2) tylko podkłady wszystkie podbite równomiernie, przy czym nawierzchnia silnie ujeżdżona — odstęp podkładów 90 cm .

Z wzoru 2a) obliczamy:

$$v = \frac{1}{3 \times 25 \times 120} = 0.000111,$$

z wzoru 4a):

$$\psi = \frac{1}{90 \times 0.000111} = 100,$$

zaś z wzoru 5):

$$m = \sqrt[4]{\frac{100}{4 \times 2 \times 10^6 \times 800}} = \frac{1}{89.44};$$

a więc $\alpha = m a = \frac{90}{89.44} = 1.0062$.

Dla ciężaru w środku symetrii czytamy z tabeli III.:

$$\begin{aligned}[m_0] &= 0.2740; [s m_0] = 0.1549; [r_1] = 0.4152; \\ [s r_1] &= 0.2490; [r_2] = 0.1190; [s r_2] = 0.2859; \\ [r_3] &= -0.0088; [s r_3] = -0.0112.\end{aligned}$$

Te same wartości odczytać możemy z tabelicy 1.

Podług wzorów 12a)–15a) otrzymujemy:

$$M_0 = 0.2740 \times 90 \times 7000 + \frac{0.4 \times 90}{0.000111} \cdot 0.1549 = \\ = 172620 + 50192 = 222812 \text{ kgcm}.$$

Natężenie szyny wynosi:

$$\sigma = \frac{172620 + 50192}{130} = 1328 + 386 = 1714 \text{ kg/cm}^2.$$

Dodatek do natężenia przy odstawianiu $s = 0.4 \text{ cm}$ wynosi zatem 29% .

Podobnie otrzymujemy:

$$\begin{aligned}R_1 &= (0.4152 - 0.2490) 7000 = 2906 - 1743 = 1163 \text{ kg} \\ R_2 &= (0.1190 + 0.2859) 7000 = 833 + 2001 = 2834 \text{ kg} \\ R_3 &= (-0.0088 + 0.0112) 7000 = -62 + 78 = 16 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Graniczna wartość dla s , przy której oddziaływanie R_1 staje się zerem, jest:

$$s = 1.6674 \times 0.000111 \times 7000 = 1.297 \text{ cm}.$$

Wyznaczenie momentów na poszczególnych podporach, oraz odpowiednich ugięć przeprowadzi się podług wzorów stosowanych w przykładzie drugim i tak np. ugięcie nawierzchni w punkcie symetrii otrzymamy:

$$y_0 = \frac{1}{2} 0.000111 \times 1.0062^4 \left(\frac{172620 + 50192}{90} - \right. \\ \left. - \frac{1}{12} 7000 \right) + (2906 - 1743) 0.000111 + 0.4 = \\ = 0.399 - 0.162 + 0.4 = 0.637 \text{ cm}.$$

Przerachowany przykład zgodny jest z przykładem 1 w rozprawie 4 i z porównania widzimy prawie zupełną zgodność wyników.

Jeśli wprowadzimy teraz ciężary sąsiednie P_1 to dla tychże otrzymamy:

$$r = 150 \text{ cm}; s = 120 \text{ cm}; \rho = 1.677; \sigma = 1.342; \\ [s] = 2.7425; [\sigma] = 1.5364; [r] = 0.1965.$$

Z tabeli VIII. otrzymujemy przez interpolację:

$$A_m = -0.01895; B_m = -0.00475; C_m = 0.05204;$$

a te same wartości odczytać możemy z tabelicy 2.

Dodatek do momentu wynosi:

$$M_0 = [(-0.01895 \times 2.7425) - (0.00475 \times 1.5364) + \\ + (0.05204 \times 0.1965)] \times 90 \times 7000 = -36698 \text{ kgcm},$$

zaś dla dwu ciężarów symetrycznych P_1 :
 $-73396 \text{ kgcm}.$

Podobnie otrzymujemy z tabeli VIII. względnie tabelicy 2:

$$\begin{aligned}A_1 &= 0.0676; B_1 = -0.0483; C_1 = -0.0115. \\ A_2 &= 0.0993; B_2 = 0.0038; C_2 = -0.2368. \\ A_3 &= -0.1355; B_3 = 0.2719; C_3 = 0.5290,\end{aligned}$$

a stąd:

$$\begin{aligned}R_1 &= [(0.0676 \times 2.7425) - (0.0483 \times 1.5364) - \\ &- (0.0115 \times 0.1965)] 7000 = 762 \text{ kg}. \\ R_2 &= [(0.0993 \times 2.7425) + (0.0038 \times 1.5364) - \\ &- (0.2368 \times 0.1965)] 7000 = 1621 \text{ kg}. \\ R_3 &= [(-0.1355 \times 2.7425) + (0.2719 \times 1.5364) + \\ &+ (0.5290 \times 0.1965)] 7000 = 1050 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Znając moment M_0 i oddziaływania, możemy wyznaczyć momenty i ugięcia w każdym punkcie belki, oraz wyznaczyć sumaryczne momenty, oddziaływania i ugięcia, podobnie jak w przykładach poprzednich.

(Dok. n.).

Teoria i praktyka pomiaru i podziału pól w gospodarstwach ziem polskich.

Skreślił: *Stefan Pawlik*, prof. Akademii rolniczej w Dublanach.

W studiach nad osadnictwem Małopolski¹⁾, wyjaśnia Dr. Fr. Bujak sposób oznaczania granic wsi w początkach 13 wieku. Objężdżano terytorium, i o ile nie było naturalnej granicy, n. p. potoka, drogi, obsypywano wałami, a w zbiegu kilku wsi wkopywano kamienie przy wałach z wykutą cyfrą właściciela. W taki n. p. sposób powstał ujazd trzebnicki. Nie zawsze tak postępowano. W lasach n. p. zadowalano się „ciosami“, w polach „kopcami“. W granicznych jeziorach „bito pale w dno jeziora“, i w ten sposób zaznaczano prawo używania rybołówstwa. Po wałach można było objechać całą posiadłość i stąd wyrażenie „ujazd graniczny“. Z czasem ujazdem nazywano same terytoria. W ten sposób indywidualizowano gospodarstwo rolne i posiadłość ziemi w Czechach już w 11 wieku. Analogicznie postępowano w Polsce w 12, 13 i 14 wieku, zamykając w ten sposób wieś, która dotąd nie miała dokładniej określonych granic. A podobnie jak włości, do tego czasu także i „Opole“ nie miało wytyczonych granic ścisłych, jeno strefę graniczną, mniej lub więcej szeroką. W niem ustalały się dopiero powoli granice najrozmaitszych uprawnień poszczególnych osad, powstawały ujazdy.

W tych czasach (12 i 13 wiek) przy każdej zmianie własności odbywa się „obejście“ tj. objazd granic w obecności sąsiedztwa opolnego, które się zowie także „osada“. Nie podobna dla Polski stwierdzić, czy wówczas obchodzenie granic powtarzało się okresowo, lub czy też poszczególnie gospodarstwa, położone w obrębie wsi, obchodzono corocznie. Dr. Bujak przypuszcza, że zwyczaj ten znacznie później dopiero się rozpowszechnił²⁾.

Już też w tym czasie, jeszcze przed t. z. kolonizacją niemiecką wsi umiejają ziemię mierzyć. Miarą jest powróż (funiculus). Książęcy żerdnicy w 13 wieku (pertycarii), znający najelementarniejsze zasady geometrii praktycznej, spełniali rolę mierników. Bywały jednakże i prostsze sposoby oznaczenia odległości n. p. rzut strzały, rzut siekiery i t. p., a w lasach, w okolicach górskich palono ogień w dolinie, by śladem dymu wytyczać linie proste. Potrzeby jednak dokładnego mierzenia gruntu nie było.

Jednostką pomiaru była w pierwotnej Polsce — do czasów t. zw. kolonizacji wsi na prawie niemieckim — jednostka gospodarcza, która zwała się zwykle „żrebiem“ lub „dziedzina“. Było to gospodarstwo jednej rodziny. Wielkość jego oznaczano, czy to według ilości wysiewu, czy według ilości bydła posiadanego przez gospodarzącą rodzinę, jak np. w dobrach trzebnickich na Śląsku. Wielkość tych gospodarstw może być różną. Największe określane jako „pług wielki“ mają około 90 morgów, najmniejsze — „pługi małe“ nieraz zwane „radłami“ — około 30 morgów; w środku stoją „pługi średnie“. Ale i różnice lokalne mogą wpływać na wielkość pługów. Te ostatnie wyniki badań nad tą kwestią — Dra Bujaka — prostują dawne twierdzenie prof. Piekosińskiego, który

przyjmował, że dawny polski żrebi tylko 15 wynosił morgów.

Tak było w pierwotnej Polsce. Z chwilą, kiedy rozpoczyna się kolonizacja wsi na prawie niemieckim — od końca 12 czy początków 13 wieku — zmiany duże. Wchodzą w życie nowe jednostki miary, mierzenie gruntów staje się rzeczą konieczną. Dość spojrzeć na dzisiejszą konfigurację polskiej wsi, tak dokładną, pełną linii prostych, ściśle wyznaczonych, konfigurację, którą w przeważnej mierze odnieść należy aż do 13 i 14 wieku, by pojąć, że ci ludzie znali dobrze miernictwo. Pod wieś oddawał ten, co ją lokował, ściśle wymierzony obszar gruntów — dla siebie zastrzegając to, co po wymierzeniu zostanie, więc co będzie Ueberschar¹⁾ [z czego polskie obszary; Vorwerk (folwark)]. Dobrzy musieli być ci miernicy, choć ich bliżej nie znamy. O jedumy wiemy z Mazowsza — koło r. 1474; takim generalnym geometrą ziemi czerskiej był kmieć z Nieczaplina.

Jednostce gospodarczej, przyniesionej do Polski z kolonizacją niemiecką, która się też tu przyjęła odtąd jako powszechna dla wymiaru gruntów chłopskich, poświęcił świetną rozprawę prof. Piekosiński p. t. „O łanach w Polsce w wiekach średnich“ (Rozpr. Ak. Um. Wydz. hist.-fil. t. 21). Jest tą jednostką łan, czyli włóka. Ta druga nazwa używana była zwłaszcza na Mazowszu i Litwie. Łany były dwojakie, większe zwane frankońskimi, lub leśnymi i te przeważają w okolicach górskich, zwłaszcza w Małopolsce, i mniejsze, określane jako chełmińskie lub flamandzkie. Wielkość pierwszych wynosi 43¹/₃ morgów, drugich 30 morgów. Łan to było gospodarstwo, które dostawał jeden kmieć; poszczególne jego części leżały zwykle w trzech, niekiedy i czterech polach (trójpolówka). Łany były ściśle wymierzane.

Znano także i techniczne działy gruntów, a mianowicie grunta dzielono na stajania, niwy — rzadko — płosy. Stajanie jest miarą długości, którą radło lub pług przebywają bez przerwy. Z chwilą, gdy oracz stanie dla wypoczynku zwierzęcia pociągowe i oczyszczenia lemiesz, kończy się stajanie. Lepsze, lepiej żywione konie lub woły potrafią pracować dłużej, stąd i stajanie może być różnym. Niwą, nazywano nie tak jak dzisiaj każdy dział pola, ale nowiznę zajętą pod pług. Płosa z ruska „połosa“ t. zn. „skiba“ oznaczała w gospodarstwie kilka parcel, leżących w szachownicy. Dokładniej poucza nas o tem, co to stajanie, A. Gostomski. W dziełku „Notaty gospodarskie“ pisanem około 1560 roku (wyd. przez Dra Oczko, p. tyt. Gospodarstwo, Kraków 1588 r., u Jakuba Siebeneihera) w 16 liście o robotach rocznych pisze: Naprzód staje ma być sażon 36, (w każdy sażon 3 kupieckich łokci) wzdłuż, a wszereż zagonów 45 każdy zagon, aby równy był jeden jako drugi (ma być skib 8), a zagon ma być trzy łokcie wszereż — aby wszystkie zagony jednakuczkie i jednulkie były, chyba żeby ostateczny zagon miał być mniejszy. Przeorywać, włóczyć, wedle

¹⁾ Rozpr. Ak. Um.

²⁾ *Ibid.* str. 77. Przykład podaje Dr. Bujak dopiero z w. IX, wcześniejszych nie zna. Podamy takie przykłady niżej.

¹⁾ Zob. T. III Słownika języka polskiego. Warszawa 1904 Oberschar Średniowieczno-górnoniemieckie, Ueberschar — niemieckie, str. 523.

proporcyjnej: bo to już Oracze, Urzędnicy, Włodarze mają wiedzieć, co za dzień z-orze, i jako długo włóczyć. Kędy czworgiem albo sześciorgiem orzą, tam już trzeba inaczej stanowią: patrząc jako jeden z poddaanych gospodarz dobry zrobi, aby tak za nim każdy wedle proporcycy sprzężaju. Gostomski każe wyraźnie na podstawie próby wysiewu, dokładnie wypisać wiele się ma siał, by później w rejestrach więcej nie wykazywano, względnie ażeby na podstawie rejestru do wysiewu nie żądano więcej.

Dobrze znano więc miary i mierzenie ról — tylko odnośnie do gruntów chłopskich — w Polsce od 13 do 15 wieku, t. j. od początku lokacji aż do chwili, kiedy ona się ukończyła. W 16 wieku widzimy cofnięcie się na tem polu. Kiedy w 14 i 15 wieku dobrze wiadano, co to łan i znachodzi się nawet w rękopisach — nieliczne zresztą — opisy łanu i sposób jego wymiaru, w 16 wieku Grzepski w dedykacji swojej *Geometrii* (r. 1566) pisze, „iż w Polsce trudno się miernika dopytać, jam tylko o jednym słyszał na Podgórzu, ale i ten już był umarł. Przetoż kiedy na Litwie chciano mierzać imienia, do Mazowsza po mierniki ślano; abowiem indziej ich u nas ile ja mogę wiedzieć — bo nie znajdzie, albo bardzo mało

znajdzie“. Temu też przypisać należy, iż kiedy w drugiej połowie 16 wieku zaczął się ruch na tem polu, kiedy zaczęto się zajmować tą kwestyą teoretycznie i praktycznie wzięto się w dobrach królewskich za Stefana Batorego — do wymierzania gruntów, nie umiano sobie dać rady z łanami, i zamiast dwóch łanów cały szereg ich „odkryto“ a więc łan staropolski, wójtowski czyli rewizorski, królewski sprawdzony, hybernowy, frankoński większy, frankoński mniejszy czyli niemiecki, chełmiński, kmiecy większy i kmiecy mniejszy. Jak jednak wykazały badania Piekosińskiego, nie są to jakieś odrębne łany, o różnych wymiarach; wszystkie dadzą się sprowadzić do dwóch zasadniczych typów: wielkiego i małego łanu, a powstały z nich bądź przez połączenie kilku łanów w jedną całość gospodarczą, bądź przez ich podział i stworzenie w ten sposób mniejszych jednostek gospodarczych¹⁾.

(C. d. n.).

¹⁾ Łan królewski stary czyli staropolski = 8 duże lub małe łany, wójtowski czyli rewizorski = 3 małe łany, królewski sprawdzony = dwa duże łany, polski czyli kmiecy większy = $\frac{1}{2}$ łanu większego, kmiecy mniejszy = $\frac{1}{4}$ łanu większego. Według Piekosińskiego.

Wycieczka naukowa

Wydziału Inżynierii lwowskiej Szkoły politechnicznej przez nowe koleje alpejskie do Tryestu.

Opisał: Inż. Wiktor Łuczaków, asystent Politechniki.

(Ciąg dalszy).

Staraniem Austr. klubu alpejskiego i Towarzystwa upiększeń w Veldes prowadzi przez cały ten bardzo piękny i dziko romantyczny jar na długości około 2 km ścieżka, wykonana przeważnie jako drewniana galerya, oparta na belkach, wpuszczanych w skałę. — W dolnym wylocie Vintgaru, nieco niżej wspomnianego wiaduktu kolejowego, tworzy Radovna jeden z najpiękniejszych wodospadów w górnej Krainie. — Ponad samym wodospadem prowadzi lekka drewniana kładka.



Wodospad Radovny (Rotwein). W. Martini.

Różnicę wysokości między dolnem a górnem zwierciadłem wody, wynoszącą tu około 28.5 m, wyzyskano do uruchomienia zakładu wodno-elektrycznego, który dostarczał podczas budowy kolei (przeważnie wielkiego tunelu przez Karawanki, na

odległość 10 km) siły motorycznej i światła¹⁾. — Obecnie jest ten zakład własnością krajńskiego Towarzystwa przemysłowego, którego rozległe warsztaty znajdują się w miejscowości Sava, niedaleko stacji Assling.

Z wielkiem zajęciem oglądaliśmy szczegóły tego pomysłowego wyzyskania siły wodnej.

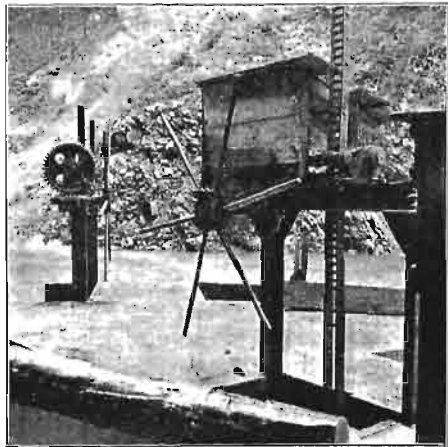
W odległości 140 m powyżej wodospadu wykonano z betonu jaz przelewowy, 2.90 m wysoki. Ponieważ właściwa długość korony jazu, wynosząca 11 m, była za małą, aby przepuścić wielką wodę Radovny bez znacznego jej spiętrzenia, — (granicę piętrzenia określa wyżej opisana ścieżka, prowadząca przez Vintgar) — zniesiono zatem na lewym brzegu skałę na długości 20 m do wysokości korony jazu, przez co uzyskano potrzebną szerokość przelewu. Rzut poziomy jazu otrzymał przytem kształt litery S.

Przy prawym brzegu znajduje się służa płuczająca, drewniana krata zamykająca przystęp do namulnika, który jest równie zaopatrzony służą do przepłukania, i służa wpustowa do kanału fabrycznego, który się dzieli na dwie części: a) część otwartą, 26 m długą i b) część przeprowadzoną sztolnią na długości 111 m. Lewa krawędź części otwartej kanału leży w tej samej wysokości, co korona jazu, tworzy zatem również krawędź przelewu podczas większego stanu wody w Radovnie.

Kanał fabryczny jest wykonany na całej swej długości z betonu i prowadzi przy spadku 2.5‰ 3000 l/1". Na końcu kanału znajduje się komora, wykonana z betonu, mieszcząca w sobie 100 m³ wody; wewnątrz niej są dwie ściany przedziałowe,

¹⁾ Zobacz: *Oesterreichische Wochenschrift für den öffentlichen Bauwesen*. Rocznic 1903, str. 10. „Das Elektrizitätswerk in der Rotweinklamm“.

a mianowicie tworzy jedna z tych ścian jeszcze jeden przelew nadmiaru wody, o drugą jest oparta drobna kratka żelazna, przepuszczająca wodę do tej części komory, z której prowadzi rura z ku-



Szczegół wyciągu zastawek na jazie w Vintgar.
L. F. Szloser.

tego żelaza, o średnicy 1500 mm, pod ciśnieniem do zakładu wirownic. Rura ta, mająca w rzucie poziomym 145 m długości, spoczywa częścią na betonowych filarkach częścią zaś w ziemi. Cała komora jest przykryta sklepieniem z betonu między dźwigarami kształtu I. Od strony potoku znajduje się w komorze śluza, służąca do wypróżnienia komory w połączeniu z korytem, 25 m długim, wykonanym po części z betonu, po części wykutym w skale. Tem korytem spływa również nadmiar wody z komory i dostaje się do Radovny jeszcze powyżej wodospadu.

Budynek maszynowy mieści w sobie trzy bliźniacze wirownice spiralne o największej dzielności po 400 KP, sprzężone z trzema generatorami, które wytwarzają prąd wielofazowy (Merhphasen-[Dreh-] Strom) o napięciu 5000 Volt.

Wodę z pod wirownic odprowadza kanał betonowy, 41 m długi o spadku $1\frac{0}{100}$.

Obok zakładu znajduje się dom mieszkalny dla dwu maszynistów.

Jak wyżej wspomniałem, zużytkowuje ten zakład 3000 l. przy ciśnieniu 28.4 m, co daje okrągło 850 KP.

Godną wzmianki jest ta okoliczność, że rozciągłość całego urządzenia jest stosunkowo bardzo krótka, gdyż wynosi w profilu podłużnym od ujęcia do ujścia wraz z dolnym kanałem zaledwie 349.20 m. Również nie został przez urządzenie tego zakładu uszkodzonym piękny wodospad, który stanowi dla turystów i miłośników przyrody wielką atrakcję²⁾.

Po oglądnięciu zakładu wodno-elektrycznego przeszliśmy przez malowniczą dolinę Vintgar po wyżej wspomnianej ścieżce, przeważnie wiszącej nad szumiącą Radovną. — Widoki zachwycające! — Idąc następnie obok wylotu tunelu Rotwein 1178 m długiego, w który wjeżdża kolej bezpośrednio z wiaduktu nad opisanym powyżej jazem, dostaliśmy się nad uroczne jezioro Veldes, nad któ-

²⁾ Po stronie północnej tunelu przez Karawanki założono również zakład wodno-elektryczny, poruszany wodą potoków Bären- i Gradschitzgraben, z jazem betonowym, drewnianym korytem na długości 1800 m, rurą żelazną o średnicy 800 mm i trzema wirownicami po 300 KP, wytwarzających 5200 Volt.

rego brzegami posililiśmy się w restauracji hotelu Luisenbad porządnym objadem.

Popołudniu nastąpił dalszy ciąg zwiedzania trasy od stacji kolejowej Veldes, położonej na stromym stoku w przekroju odcinkowym, wysoko nad miejscowością, z której rozciąga się przepiękny widok na okolicę i jezioro.

Stąd przeszliśmy pieszo przez tunel Veldes, 183 m długi, przez niebezpieczny stok doliny Saka, utworzony z rumoszu skał, na którym prowadzi trasa między murami oporowymi i podporowymi, o wysokości dochodzącej do 16 m, następnie przez przełęcz, obok tunelu zwanego „Sattelwegtunnel“ 506 m długiego, który wychodzi w dolinę Bohińskiej Sawy, przez 19 m głęboki przekop w skale, wreszcie przez 250 m długi „Tunel Biały“ (Vellachertunnel), z galeryą, chroniącą wyjazd z tunelu przed odłamkami skał, spadającymi z góry, do stacji Bohinska Bela (Vocheimer Vellach), gdzie inżynier konserwacji, starszy komisarz p. Köck, miał bardzo zajmujący wykład o budowie tunelu Oberne, 1295 m długiego, w który wjeżdża kolej niebawem za stacją. Uzupełniającą częścią wykładu były szczegółowe rysunki i plany, z czasu budowy tego tunelu i ciekawe a zarazem cenne wskazówki i uwagi, zebrane na stanowisku kierownika tej budowy.

Wielkie trudności nastęrczała tu woda, na której silne żyły podziemne natrafiono przy budowie tunelu.

Sklepienie tunelu musiano na dłuższej przestrzeni uszczelnić płynnym cementem, wprowadzonym pod ciśnieniem pomiędzy wydobytą skalę a obudowę tunelu. Mimo to wydostaje się w jednym miejscu potężna struga wody, spadająca na wozu przejeżdżającego pociągu, a szelest odpływającej wody z tunelu robi wrażenie raczej jazdy statkiem w ciemnych podziemiach, niż kolejki przez tunel.

Mury oporowe w pobliżu tego tunelu, wykonywane po większej części sposobem górniczym, dochodzą w koronie do grubości 3 m. Trasa wygląda w tej partyi wogóle jak zakuta w kamień; nawet domki strażników kolejowych są zbudowane całe z kamienia. Wszystkie rowy, odprowadzające wodę, są ubezpieczone brukiem na cemente; przy każdym większym obiekcie jest umieszczona tablica z nazwą obiektu i jego wymiarami a przez obszerne przepusty prowadzą obok ścieków kładki lub kamienne schodki w celu ułatwienia komunikacji turystycznej.

Według programu wycieczki mieliśmy tego dnia udać się jeszcze pieszo do 10 km odległej stacji Neuming i oglądać po drodze dwa wielkie mosty kolejowe przez Bohińską Sawę, potężne mury oporowe i nader malowniczą partię tej doliny, zwaną „Stiege“. Zbliżający się jednak wieczór zmusił nas do odjazdu wprost do Gorycy, dokąd przybyliśmy o godzinie 9 minut 2.

Po drodze przejechaliśmy przez drugi wielki tunel na tej kolei, t. zw. tunel Bohiński (Vocheimerntunnel), o długości 6340 m. Tunel ten przebiega najbardziej na południe wysunięte pasmo Alp Julijskich, których grzbietem biegnie granica między Krainą a Gorycyą i tworzy tak po pewnym względem topograficznym jak i klimatycznym bramę między północą a południem. Południowy portal tego tunelu, obok miejscowości Podbrdo, wymagał znacznego ubezpieczenia, na które zużyto około 2000 m³ muru.

Miasto Gorycy, zamieszkałe przeważnie przez ludność włoską, leży na lewym brzegu rzeki

Isonzo i łączy swą malowniczą okolicą urok alpejski z łagodnym pięknem Włoch.

Tu spotkaliśmy po raz pierwszy na naszej drodze wysmukłe cyprysy, przepyszne palmy, drzewa migdałowe i figowe, a najpiękniej wyglądały rozległe krzewy szlachetnych róż, stojące w pełnym kwiecie, i zdobiące niemal każdy domek, pnąc się po jego ścianach, zaś w niektórych ogrodach widzieliśmy długie aleje, przykryte jakby sklepieniem z róż.

We wtorek, dnia 21 maja z. r. nastąpiło dalsze zwiedzanie kolei Bohińskiej w partyi między stacyami Kanal (Canale) a Św. Łucya-Tolmin. W tym celu wyruszyliśmy rannym pociągiem z Gorycy do stacyi Kanal, opodal której oglądaliśmy wielki most kolejowy na rzece Isonzo.

Jest to sklepiony most kamienny o 3 przęsłach po 40 m i jednym przęśle o 30 m rozpiętości. Szczególną uwagę zwracają na siebie dwa potężne filary o rzucie poziomym, zbliżonym do koła o średnicy blisko 20 m.

Filary tych wymiarów i tego kształtu były potrzebne raz z tego powodu, by dać odpowiedni podkład pod sklepienia, które przechodzą ukośnie do osi rzeki, pod kątem 45°, powtórne, by stawały jak najmniejszy opór wodzie płynącej tu z wielką chyżością i niepokojem. Isonzo bowiem wyżłobił swe łożysko głęboko w potężnych pokładach zlepieńca, który tworzy strome brzegi tej uroczej doliny i zwęża miejscami koryto rzeki bardzo znacznie.

W miejscowości Kanal, którą zamieszkują Włosi, oglądaliśmy sklepiony most dwuprzęsłowy z bawolem okiem, starszej konstrukcji, zbudowany na rozkaz Napoleona I.

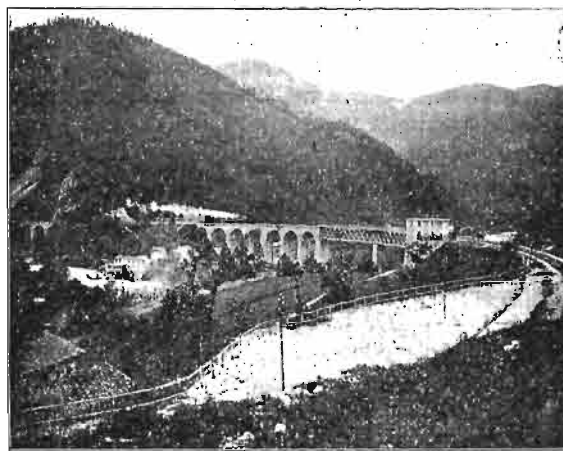
Wielkie trudności z powodu braku miejsca na stromym stoku nastęrczało założenie stacyi w Kanale. Budynek stacyjny zbudowano na wysokim nasypie, ograniczonym dokoła potężnymi murami oporowymi; część stacyi leży znów na sklepionym wiadukcie, pod którym prowadzi droga

tuż pod pionową ścianą w części zniesionej skały, którą podtrzymuje mur rozwinięty w arkady.

Po drugiej stronie budynku stacyjnego widzieliśmy żelazno-betonową kładkę, prowadzącą w silnym spadku ponad stacyą. Poręcze tej kładki były z pełnych ścianek, bez żadnej ozdoby architektonicznej, filary zaś, podtrzymujące tę ciężką skrzynię, filigranowo cienkie; całość wyglądała nieestetycznie.

W południe udaliśmy się pociągiem do stacyi Św. Łucya-Tolmin.

Stacya ta leży na lewym brzegu Idryi, niedaleko jej ujścia do Isonzo. Powyżej przekracza kolej Idryę mostem w łuku, częściowo sklepionym,



Wiadukt kolei Bohińskiej przez Idryę (263 m dł.) u wylotu doliny Baćy. Fot. W. Martini.

częściowo żelaznym, o całkowitej długości 263 m i przechodzi w dolinę potoku Baćy. Z mostu wjeżdża kolej w krótki tunel, za którym znajduje się sklepiony wiadukt obok pionowej ściany skalistej. U podnóża tej ściany biją potężne źródła, osobliwie obfite po silnych opadach. (C. d. n.).

W sprawie artykułu „Teoretyczne zasady wyzyskania sił wodnych na spadku zbiorników“.

Szanowna Redakcyo!

Z dużym zainteresowaniem czytałem rozprawę p. t. „Teoretyczne zasady wyzyskania sił wodnych na spadku zbiorników“, pomieszczoną w ostatnim numerze *Czasopisma*.

Nie mogąc się jednak pogodzić ze sposobem zapamiętania się Sz. autora na kwestyę zamulania się zbiorników (od dołu), niemniej z wynikami końcowymi, umyśliłem prosić Sz. Redakcyę o umieszczenie kilku poniższych uwag na temat zamulania się zbiorników.

Cenne z punktu teoryi dociekania uzasadnia autor na początku swej rozprawy w ten sposób: „Następnie, gdy zbiornik musi się z czasem zamulać a zamulać się będzie przede wszystkim najgłębsza jego część, tuż obok muru zapory leżąca, gdy nadto zbiornik nie będzie mógł nigdy zostać spuszczonej zupełnie do dna, choćby ze względu na produkcyę siły, która pewnego wzniesienia wody zbiornikowej ponad poziom doliny wymaga, można z wielkiem prawdopodobieństwem przyjąć, że przekrój podłużny doliny uzyska z czasem poza murem zapory kształt paraboli o osi pionowej, paraboli, której styczna pozioma leżeć będzie w wysokości owego minimum

piętrzenia przez zbiornik, a styczna nachylona leżeć będzie w pierwotnym spadku doliny“.

Otóż temu, jakoby zbiorniki tak sztuczne jak i naturalne miały się zamulać przede wszystkim od dołu zaprzecza zarówno teorya, praktyka, jak i historia ziemi.

Teorya, posługując się wzorem $M = F \cdot c$ wskazuje, że z powiększeniem się przekroju z F na F_1 dla tej samej objętości przepływu (M) chyżość (c) zmaleje do c_1 , a ponieważ rozszerzenie przekroju następuje natychmiast u wlotu do zbiornika to też, przede wszystkim u wlotu będą się gromadziły osady i żwir.

Takie zamulenie, na jakim autor opiera rachunek możliwego wyzyskania sił wodnych, możnaby sobie wyobrazić jedynie przy jazie przelewowym, zamykającym wązkie koryto rzeki, gdyby przez koronę tegoż przewalały się rok rocznie wielkie wody.

Na zwyż 20 zbiorników, które oglądałem w Europie i Ameryce, nie znalazłem takiego, w którym miałyby się zamulać najniższa część zbiornika — a służyły one do rozmaitych celów, przyczem dopływy były również najrozmaitsze i unosiły materiał jak najróżnorodniejszy od grubych kraglaków fluwioglacjalnych

począwszy (Bóbr), aż do cząstek niemal spławnych (silt, Denver-Colorado).

Stale natomiast powtarzało się spostrzeżenie, że materiał osadzał się przedewszystkiem u wlotu.

Skrupulatni Niemcy utworzyli nawet rentowną szutrownię u wlotu jednego ze swych zbiorników regulacyjnych (na Śląsku pruskim).

W jakich krzywych osadza się materiał u wlotu zbiorników sztucznych, tego dotąd nie badano (nie znam przynajmniej odpowiedniej publikacji) bo zbiorniki regulacyjne są nowszym wytworem techniki.

Pewnych wskazówek mogłyby nam dostarczyć jedynie prace limnologów i pomiary batometryczne jezior jak: F. A. Forel'a, *Le Léman. Monographie limnologique*, Liburman'a, *Der Hallstädter See. Mitteilungen der k. k. geographischen Gesellschaft* r. 1898, t. XLI, Heim'a, *Der Schlammabsatz am Grunde des Vierwaldstättersees, Vierteljahresschrift der Naturforscher Ges. in Zürich* 1900, wreszcie u Penck'a i Richtera: *Atlas der österreichischen Alpenseen*.

Gigantycznym przykładem zamulania się zbiorników w stopniach od góry do dołu (geologiczna terminologia: delty) jest historia „Wielkiej Kotliny“ północno amerykańskiej (Great Basin) a klasyczne obrazki znajdzie czytający w Chamberlin'a i Salisbury'go, *Geology* t. III, *Earth history*. New York 1906.

Wszystkie powyższe publikacje, jakie odnalazłem w moich zapiskach, wskazują na to, że dopływ atakuje przedewszystkiem wlot zbiornika.

Znamy wreszcie wszyscy ten powszechny objaw, że nasze stawy zarastają sitowiem przy równoczesnym zamulaniu się od góry, skutkiem czego zwierciadło zbiornika, posuwa się z roku na rok ku łotokom, co jednak nie wpływa na zmniejszenie się głębi przy słuzach.

Klasycznego przykładu dostarczają nam staw tarnopolski i janowski np. i wystarczy spojrzeć choćby tylko na kartę 1:75 000, by się przekonać naocznie o powyższej prawdzie.

Nie będzie to dla rachunku rzeczą obojętną, czy owych 650 000 m³ osadów przyjmie u dołu zbiornika (jak w rzeczonyj rozprawce) pod groblą, czy też u góry u wlotu do zbiornika, bo na wielkość produkcji siły składa się, jak wiadomo, nietylko objętość wody a także spadek.

Z tych tedy powodów wydaje mi się, że liczebny przykład, opracowany przez Sz. autora dla zbiornika Soły w Porąbce, daje wyniki za korzystne i za dużą ilość konio-godzin, mimo owych martwych 650 000 m³ wody u spodu grobli, z których tak czy tak przypadnie w przyszłości coś poświęcić, z powodu za wielkiej gry spadku na turbinach.

Stara praktyka młynarska ogniskująca się w utrzymaniu stawu najwyżej napiętego jest w każdym przypadku trafną, a staje się koniecznością w stawach starych, skróconych, gdzie z powodu zmniejszonej powierzchni wody, tylko wodą górną można jako tako młec.

Czy nie należałoby wobec tego w podobnych doświadczeniach przyjmować dno zbiornika w prostej lub krzywej, odpowiadającej spadkowi doliny, z uwzględnieniem pewnego skrócenia długości zbiornika, jako asekuracji na przyszłość?

We Lwowie dnia 27 stycznia 1908.

Romuald Rostkoński.

Na powyższą uwagę nadesłał nam autor artykułu następujące wyjaśnienie:

Rumowisko, niesione przez rzekę, bywa dwójakiego rodzaju: po pierwsze gruby żwir, toczony spodem koryta, powtórę drobny namuł, niesiony w zawie-

szeniu we wodzie. Żwir bywa rzeczywiście składany u wlotu rzeki do zbiornika sztucznego czy naturalnego, gdyż wymaga dla swego poruszenia znacznych chyżości wody (2—3 m/sek.) czyli małego przekroju koryta.

Namuł osadzony przez wodę dopiero przy chyżościach kilku milimetrów na sek. może i bywa zanieścionym głęboko w środek zbiornika.

Otóż żwir stanowczo wogóle nie może być dopuszczony do zbiornika, i w tej myśli jest równocześnie projektowany i w noweli ustawy regulacyjnej zatwierdzony plan bardzo szczegółowego zabudowania dzikich potoków dorzecza Soły, gdyż przy kilkuprocentowych spadkach tych potoków destrukcja stoków i ruch rumowiska tak w ściekach jak i rzece Sole jest bardzo znaczny. W razie potrzeby będą też zapewne założone powyżej zbiornika tamy dla chwytania rumowiska (Schotterfänge).

Odnosnie do namułu we wodzie zawieszonym, trzeba zauważyć, że położenie ujścia rzeki do zbiornika zależy będzie od jego chwilowego stanu napełnienia, zatem będzie natrafiać na różne punkta mniej lub bardziej w głębi położone. Następnie, woda przeciążona namułem jako gatunkowo cięższa wpływa do zbiornika pod poziom wody zbiornikowej czystej, jak to miałem sposobność sam zauważyć przy ujściach Rodanu i Renu do jezior Genewskiego i Bodeńskiego. W tem ostatniem wykazały sondy nawet istnienie podwodnego, zupełnie dobrze uformowanego koryta, w którym woda rzeczna bieg swój dalej kontynuuje. Powstanie podobnych stosunków w zbiornikach sztucznych uważam za zupełnie prawdopodobne. Dalej opieram się na zdaniu tak wytrawnego znawcy zbiorników jak Ziegler, który twierdzi, że największe zamulanie ma miejsce w punktach największej głębokości. Gdy z pomiędzy znanych mi zbiorników francuskich i niemieckich nie widziałem żadnego pustego, a jedyny niezupełnie pusty zbiornik powodziowy w Marklissie jest zbyt świeżej daty, aby jakieś ogólne wnioski o sposobie zamulania się postawić można, musiałem się oprzeć na doświadczeniach osobistych poczynionych z racyi wykonywanych robót stawowych na Podolu. Otóż te znane mi stawy i staw Tarnopolski są zamulone prawie jednostajną warstwą osadu na całej swej przestrzeni. Specjalnie staw Tarnopolski, według wyniku dochodzeń komisyjnych w ubiegłym roku przeprowadzonych, ma średnią głębokość namułu prawie jednostajną 1.0 m. Oczywiście wierzchowina jako płytką wystąpi ponad poziom wody prędzej niż głęboki staw pod samą groblą; następnie wierzchowina jako zarośnięta zatrzyma namułu stosunkowo więcej niż staw, ale tylko do czasu, tak długo aż wałki namułowe, tworzące się bezpośrednio przy korycie rzeki nie odetną bezpośredniego dopływu wody do dalszych przestrzeni wierzchowiny.

Spuszczone jezioro Lungern w Szwajcaryi, okazało również bardzo jednostajne zamulenie, z wyjątkiem oczywiście stożków szutrowych potoków.

Otóż, gdy namuł z reguły bywa jednostajnie rozprowadzanym po całym dnie zbiornika, następnie gdy dolny poziom zbiornika nie będzie przekraczającym i namuł aż do tego poziomu będzie się osadzał stale i do poziomu, zaś w punktach wyższych będzie częściej osadzania się namułu, zatem i jego bezwzględna grubość coraz mniejszą, wywnioskowałem z tego, że linia zamulonego dna utworzy się według jakiejś krzywej, którą przyjąłem jako linię paraboliczną.

Przyznaję jednak chętnie, że kwestya sposobu zamulania się zbiorników retencyjnych jako rzecz zupełnie nowa badaną dotychczas nie była ani być mogła, że pewne apriorystyczne przyjęcia będzie trzeba później zmodyfikować odpowiednio do poczynionych doświadczeń. Natomiast jestem zdania, że wyniki ba-

dań nad zamulaniem jezior, jako zbiorników o stałym lub mało zmiennym poziomie nie dadzą się bezpośrednio przenieść na zbiorniki retencyjne o bardzo wielkich wahaniami poziomów. Następnie, że gdyby w najgorszym przypadku przyjąć zamulanie jednostajnie rozłożone na całej powierzchni dna zbiornika, zmiana kształtu zbiornika wpłynie na kształt funkcji „F”

w odniesieniu do „h”, na bezwzględną sumę produkowanych koniogodzin, nawet na stosunek sum tych w obu przypadkach, nie zmieni jednak rezultatu końcowego, t. j. większej ekonomii w wyzyskaniu zbiornika przy produkcji stałej siły.

K. Pomianowski,
aut. inż. cyw.

Sprawozdania z literatury technicznej.

— Wpływ ubijania na wytrzymałość betonu według doświadczeń Tow. Deutscher Beton-Verein opisuje *Deutsche Bauzeitung* (Mitth. über Zem. Beton und Eisenb. 1906 str. 43). Liczba uderzeń była 6, 12 i 18, beton wilgotny lub miękki. Wyniki były następujące:

Doświadczenie	Rodzaj betonu	Liczba uderzeń	Ilość wody %	Wytrzymał. kg/cm ²	Wzrost wytrzymał. w %	Uwaga
1	wilgotny	6	5	185.2		
		12	5	215.5	+16.4	
		18	5	226.3	+5.0 (raz. 22.2)	
2	"	6	5	193		
		12	5	228	+18.0	
		18	5	217	-4.8 (+12.4)	
3	"	6		185.8		mieszanie ręczne
		12	5.2	159.8	+17.7	
		18		156.8	-1.9 (+15.5)	
4	miękki	6		184.7		
		12	6.5	184.3	+1.9	
		18		141.1	+1.7 (+1.2)	
5	"	6		150		
		12	6.5	155	+3.3	
		18		166	+0.6 (+4.0)	
6	"	6		113		mieszanie ręczne
		12	6.6	180	+15.0	
		18		184	+3.1 (+18.6)	

Wpływ ubijania jest znacznie większy przy betonie wilgotnym, niż przy miękkim. Wpływ korzystny mieszania maszynowego jest z tablicy widoczny.

Dr. M. Thullie.

— Wóz do samoczynnego wyladowywania patent „Koppa”, pięćdziesięciotonowy opisany jest w *Glaser's Annalen für Gewerbe u. Bauwesen*, zeszyt 4-ty, tomu 61 z 15 sierpnia 1907 (z 2-ma rys. w tekście). Firma A. G. Artur Koppel dokonała dostawy tego wozu dla stalowni w Haspe w Westfalii. Wyladowywanie odbywa się przez dno między szyny w 2 do 3 minutach, koszt usunięcia jednej ładugi wynosi 2.34 halerzy.

— Opalanie lokomotyw ropą w Stanach południowo-zachodnich Północnej Ameryki przy obfitości źródeł ropy tak się rozpowszechniło, że prawie wszystkie lokomotywy w miejsce drzewa i węgla używają płynnego paliwa. Koleje Santa Fe i Southern-Pacific palą tylko ropą.

Jako wielką zaletę tego opalania podają możliwość urządzenia stacji opalowych bardzo małym kosztem i bez skomplikowanych mechanizmów, gdyż ropę przechowuje się w zwykłych rezerwoarach, które napełnia się z cystern najprostszym węzłem. Rezerwoary z ropą ustawia się w pobliżu źródeł wodnych, a lokomotywa może pobierać równocześnie wodę i paliwo. Koszt zaopatrzenia lokomotywy w aparat do spalania

ropy wynoszą 490 do 470 K. Wedle doświadczeń napalanie lokomotywy ropą trwa o połowę krócej, aniżeli węglem. Dopływ ropy może być najdokładniej regulowany, ogień obserwuje się przez odpowiedni otwór w drzwiach paleniska. Maszyniści, którzy pełnili służbę na lokomotywach, opalanych ropą, twierdzą, że przy oględnej obsłudze spalanie odbywa się bez dymu.

Główną wadą opału płynnego są pozostałości, osadzające się przy niedokładnym spalaniu na dnie i tworzące warstwę twardą, którą musi się rozbijać żelaznymi hakami. Utworzy się taki osad, natenczas opada dzielność lokomotywy i trudno utrzymać pożądaną ciśnienie pary.

Nie zawsze ropa jest jednakowej jakości, materiały o większym ciężarze gatunkowym zatyka rury dopływowe i wstrzymuje przez to wytwarzanie pary. Taki wypadek miał kilkakrotnie miejsce na wspomnianych liniach kolejowych, co spowodowało przerwę w ruchu.

Opalanie ropą jest najkorzystniejsze dla Kalifornii i Arizony, gdzie odległość najbliższych pokładów węgla jest tak wielka, że koszt przewozu opału wpływają nadmiernie na koszt całego ruchu. (*Scientific American* z 30/VI 1906, str. 536).

— Liczba wozów motorowych, używanych do wszelkich możliwych celów jest w Anglii o wiele większą aniżeli we Francji i Niemczech, chociaż w tych ostatnich budują więcej wehikułów motorowych. Z końcem czerwca 1907 było w Anglii w użyciu 119618 wozów motorowych, a mianowicie: 61617 dla celów sportowych, 4124 do przewozu towarów i 53877 kół motorowych. Francja z początkiem r. 1907 posiadała tylko 50091 wehikułów motorowych, a mianowicie: 17358 wozów sportowych, 8904 wozów ciężarowych i 23829 kół motorowych. Niemcy z początkiem r. 1907 posiadały 27076 wehikułów i w tym 10115 wozów sportowych, 1007 wozów ciężarowych a 15954 kół motorowych. (*Engineer* 16/VIII 1907).

— O reformie ruchu towarowego na pruskich kolejach państwowych pisze Schwabe z Berlina z *Zeitschrift des öst. Ingenieur u. Architekten-Vereines* w zeszycie 35 z 30/VIII 1907. Przeprowadzenie w nagłówku wymienionego zadania jest możliwe przez powiększenie nośności otwartych wozów kolejowych i przyspieszenie obiegu wozów. Co do drugiego punktu nie osiągnięto i w Pruszech dotąd zbyt wiele. Należy zatem dążyć do skrócenia czasu posługi wozów na stacjach, gdzie ma miejsce za- i wyladowywanie towarów, do pomnażania wozów samoczynnie się wyladowujących, do przewożenia towarów zbiorowych t. j. wielkiej ilości tego samego gatunku całymi pociągami i grupami wozów, do skrócenia manipulacji przetokowej, zatem idzie odpowiednie założenie dworców przetokowych. Pracę zdobi kilka dobrych zestawień i 9 rysunków.

Przecięciowo robił wóz pruski w ciągu r. 1905 — 17918 km, gdy o dziesięć lat wstecz, t. j. w r. 1905 — 16721 km.

— Nieszczęśliwe wypadki na kolejach Stanów Zjednoczonych Północnej Ameryki w ciągu ostatnich lat 11-tu wzrosły o 300, względnie 400%. W r. 1895

przypadał na każdych 2984832 podróżnych jeden zabity, a na każdych 213651 podróżnych jeden ranny. W r. 1904 mamy już na 1357856 podróżnych jednego zabitego, a na 70655 jednego rannego. W r. 1906 jeszcze pogorszyły się te stosunki, gdyż jeden zabity przypadł na 1108752 podróżnych, a jeden ranny na 48734. Wzrost ten wypadków wywołał w prasie amerykańskiej tak fachowej jak i codziennej bardzo ożywioną dyskusję. Zbyt często powtarzające się złamanie szyn uważano przedewszystkiem za główną przyczynę złego. Z szeregu wybitnych w kolejnictwie ludzi odezwały się dwa znamienne głosy, które rzecz w nieco innym świetle przedstawiają, a mianowicie P. H. Morrissey oświadcza, że właściwym powodem zbyt często powtarzających się katastrof kolejowych jest za szczupła liczba personelu, przeznaczonego do obchodu przestrzeni, dozоровanie przejazdów w poziomie szyn, obsługi zwrotnic i sygnałów, oraz rewizji lokomotyw i wagonów. Liczba funkcjonaryuszów tej kategorii nie stoi w żadnym stosunku do liczby ludzi, użytych do tego celu w Europie. Siły urzędnicze co do jakości równają się europejskim, ale one muszą przedewszystkiem baczyć, by akcyonaryusze mieli zyski, i to jest ich głównym zadaniem z musu i z pominięciem właściwych potrzeb danej linii.

Z drugiej strony James J. Hill podniósł, że zarządy kolejowe mimo wszelkich wkładów nie mogą podoleć potrzebom nowoczesnego ruchu, z braku środków materialnych muszą pozostawać w tyle, a dopiero czynna pomoc Stanów w całości, albo pojedynczo może usunąć niedomagania. Następstwem takiego materialnego pomagania byłoby upaństwowienie kolei w Stanach Zjednoczonych P. A. Dzisiejszy prezydent Stanów jest przeciwnikiem upaństwowienia. (*Zeitung des Vereins d. Eisenbahn.* zeszyt 63 z 17/VIII 1907).

— **Nowe muzeum dla budownictwa i kolejnictwa w Berlinie**, otwarte dnia 14 grudnia r. 1906 w dawnym budynku głównym dworca osobowego linii Berlin-Hamburg, obejmuje trzy główne działy: kolejnictwa, budowli wodnych i budownictwa lądowego. Główny dział kolejnictwa, liczący w przybliżeniu na razie 2500 okazów, obejmuje poddziały:

- A. Budowa linii kolei żelaznych i ich konserwacja.
- B. Kolejowe budowle lądowe, mosty i tunele.
- C. Sygnalizacja, telegraf i telefony.
- D. Lokomotywy i wozy.
- E. Elektryczne zakłady silnicowe.
- F. Warsztaty kolejowe i mechaniczne urządzenia.
- G. Ruch, przewóz, taryfy.
- H. Zarząd kolei, finansowość i humanitarne urządzenia.

Bardziej szczegółowy opis muzeum znajdzie interesowany w *Annalen für Gewerbe u. Bauwesen* z 1/II 1907, zeszyt 3 tomu 60 go. Muzeum ma pouczać o teraźniejszości urządzeń, a historyczna strona jest o tyle uwzględnioną, o ile potrzebną jest do zrozumienia obecnego stanu rozwoju danych urządzeń.

— **Nowe pisma.** *Elektron*, czasopismo, zajmujące się postępiami na polu praktyki elektrotechnicznej, rozpoczęło wychodzić dnia 1 października 1907 jako dwutygodnik w Berlinie pod redakcją dypl. inż. P. Wangermanna, nakładem Karola Heymanna. Berlin 108, Mauerstr. 43/44. Abonament ćwierćroczny wynosi 5 marek.

Wydawnictwo ma na celu systematyczne informowanie czytelników o postępie na polu elektrotechniki i o wynalazkach. We wszystkich państwach, należących do świata cywilizowanego zostaje opatentowanych rocznie około 5000 pomysłów elektrotechnicznych.

W latach 1904—1906 opatentowano wynalazków elektrotechnicznych: W Stanach Zjednoczonych P. A.

2050, Anglii i jej koloniach 750, Niemczech 700, Francji 400, Austro-Węgrzech 380, Włoszech 180, Szwajcarii 120, Belgii 90, Szwecji 90, Danii 90, Hiszpanii 35, Związku Stanów Australii 35, Norwegii 30, Portugalii 15. Liczba ta wzrosła w r. 1907 ponad 5000 wobec poprzedniej sumy 4915. W rachubę są brane tylko patenta, uzyskane przez obywateli danego państwa, t. j. przez krajowców.

Z ogólnej liczby pomysłów opatentowanych tylko mała część jest prawnie zastrzeżona i w innych państwach, w Niemczech np. na 5000 tylko 900, a w innych państwach jest stosunek jeszcze niekorzystniejszy.

Pismo będzie zwracało uwagę na okoliczności zabraniające z korzystania wynalazków pozakrajowych i odwrotnie.

A. W. Krüger.

LITERATURA.

Janowski Bronisław, docent Szkoły politechnicznej we Lwowie „O telegraficznych przepowiedniach pogody“. Lwów 1907.

Chłopiński Wojciech. „Uprawa i przerabianie łąk w Czechach“. Str. 70. Lwów 1907.

Abdank Abakanowicz Brunon, Prace. Tom I. Str. VI, 196. Warszawa 1907. Nakładem Redakcji „Prac matematyczno-fizycznych“.

NEKROLOGIA.

† Łukasz Julian Bodaszeński, inżynier cywilny, zast. profesora Szkoły politechnicznej we Lwowie, zmarł dnia 14 lutego b. r.

Życiorys zmarłego podamy w jednym z najbliższych numerów naszego pisma.

ROZMAITOŚCI.

† Lord Kelvin of Largs (Sir William Thomson) najznakomitszy fizyk świata, urodzony dnia 24 czerwca 1824 zmarł dnia 17 grudnia 1907 w Ayrshire, posiadłości swojej. Na wniosek Royal Society uczczono wielkiego uczonego przez złożenie zwłok jego w opactwie westminsterskim dnia 23 grudnia r. u. w obecności najwyższej reprezentacji rządu i świata naukowego Anglii, oraz delegatów świata naukowego Europy i Ameryki. Pośmiertne szczątki Lorda Kelvina pochowano zatem obok innych pionierów nauk przyrodniczych jak: Newtona, Herschela, Lyella, Spotswooda i Darwina. Kr.

— **Wielka wystawa w Japonii** odbędzie się w czasie od 1 kwietnia do 31 października 1912 w Tokio. Na wystawę przeznaczony plac obejmuje 117 ha. Wszystkie rządy i narody będą zaproszone do współudziału. Firmom zagranicznym będą miejsca wyznaczony w specjalnie na ten cel przez zarząd Wystawy wzniesionych budowlach w następujących grupach: wychowanie i kształcenie, nauka, mechanika, elektryczność i wytwory przemysłu. Nadto przysługuje wystawcom prawo budowy samoistnych pawilonów i na ten cel będzie wydzielany grunt bezpłatnie. Dla mate- ryałów budowlanych na pawilony i przedmioty wystawowe istnieje uwolnienie od cła. W latach 1910 do 1912 odbędą się nadto międzynarodowe wystawy w Brukseli, Buenos Aires i Turynie. Kr.

OD REDAKCYI.

Do dzisiejszego numeru dołącza się tablice V i VI do artykułu p. t.: „Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych“.