

u przewodów parowych. Bardzo wielką wreszcie zaletą ogrzewania wodnego na odległość jest możliwość wyzyskania pary wylotowej z maszyn parowych. Nie ulega wątpliwości, że wielkie instalacje maszynowe, np. elektrowni, tracą w ten sposób znaczne ilości ciepła. Zakłady takie jak szpitale, zakłady dla obłąkanych itp. mają bardzo często swoje własne maszyny do wytwarzania elektryczności, z których para wylotowa nadaje się bezpośrednio do ogrzewania wody; woda ta jest potrzebna w wielkich ilościach, nie tylko do ogrzewania, ale i do innych celów, jak mycia, gotowania, kąpieli itp. wówczas para wylotowa znajduje zastosowanie nie tylko w zimie, ale przez cały rok. Wyzyskanie ciepła pary wylotowej jest w ten sposób najlepsze i z tego względu, że początkowa temperatura wody wynosi $10-12^{\circ}$, końcowa nie więcej niż $60-70^{\circ}$, a zatem mamy znaczne różnice temperatur między parą i wodą.

Ogrzewania takie powstały naprzód w Ameryce i Danii, potem w Anglii, Niemczech i w innych krajach. Obecnie buduje się w Niemczech 9 większych ogrzewań (ponad 2 miliony ciepłostek), z tego jedna na 19 milionów ciepłostek. Ogrzaną wodę pompują pompy tłokowe lub odśrodkowe do miejsc zużycia, skąd znowu po oddaniu swego ciepła, woda pod ciśnieniem, albo bez ciśnienia spływa napowrót do centrali, aby na nowo się ogrzać i rozpocząć obieg. Jako maszyna popędowa znajduje pompa odśrodkowa coraz większe zastosowanie, i to pędzona przez turbinę parową lub elektromotor; oba te bowiem rodzaje motorów nadają się szczególnie do popędu pomp odśrodkowych. O wiele łatwiej, niż się rzecz ma w ogrzewaniu parowym, można tutaj regulować ciśnienie i temperaturę w centrali zależnie od warunków atmosferycznych.

Mimo wielkiej prostoty urządzenia w ogrzewaniu wodnym, rzuciła się na to pole cała powódź wynalazków w Niemczech, nieraz nic nowego nie zawierających ¹⁾.

¹⁾ Jestto objaw dla specjalizacji Niemców bardzo charakterystyczny. Zgłoszenia do urzędu patentowego wynalazków ogrzewań wodnych polegają niejednokrotnie na wprowadzeniu urządzeń znanych z wodociągów. Tak np. zgłoszono niedawno do urzędu patentowego takie ogrzewanie wodne, w którym podane są pewne reguły dla rozmaitego

Przechodzimy teraz do wentylacji, tutaj postęp jest, może nie tak szybki, ale niemniej widoczny. Jak wiadomo, dla naukowego badania kwestyi wentylacji miarodajne były doświadczenia znakomitego higienisty Pettenkofera w połowie XIX wieku. Przed nim wiedziano wprawdzie, że powietrze w zamkniętych przestrzeniach, w których przebywają dłuższy czas istoty organiczne, przyjmuje skład szkodliwy dla zdrowia. Wykonywano już nawet wentylacje, ale nie było naukowo umotywowanej granicy wymiany powietrza. Pettenkofer badał powietrze zepsute przez pobyt ludzi zapomocą bardzo czułego instrumentu t. j. nosa, który — jak wiadomo — przedstawia ilościowo najlepszy analizator gazowy, gdyż do dziś dnia nie udało się środkami chemicznymi wyznaczyć tych drobnych zanieczyszczeń powietrza, jakie nam zmysł powonienia odkrywa. Następnie zapomocą badań chemicznych poznał Pettenkofer, że jest jeden szczególnie gaz, którego ilość jest prawie proporcjonalna do stopnia zepsucia powietrza przez proces życiowy, a który stosunkowo łatwo wyznaczyć można: a mianowicie bezwodnik węglowy. Przedstawił więc bezwodnik węglowy jako miarę dla wymiany powietrza i wyznaczył jako granicę zawartość 0.7 do 1‰. Jeżeli ta granica nie jest przekroczona, to powietrze nadaje się do trwałego w niem przebywania. Nie trzeba sądzić, że to bezwodnik węglowy czyni powietrze szkodliwym; możemy bowiem znieść powietrze o znacznie większej zawartości bezwodnika węglowego bez szkody dla zdrowia; natomiast jest powyższa zawartość miarą i stopniem zepsucia powietrza. Oprócz tego zresztą powietrze psuje się nie tylko przez ludzi, ale i wskutek oświetlenia, wilgoci, ogrzewania, kurzu, a zależy też od rodzaju budynku i wielu innych czynników. (Dok. n.).

obliczenia średnic przewodów. Że ciśnienie, jakie dają maszyny, można przy obliczeniu sieci rur dowolnie rozdzielić, a więc w rozmaitych miejscach sieci rur otrzymać wielkie lub małe średnice, jest rzeczą oddawna znaną. Zgłoszono np. także urządzenie trzeciego ciągu rezerwowego wraz z wentylami jako nowość, albo wprowadzenie wentyli bezpieczeństwa przy przekroczeniu pewnego ciśnienia itp. Doszło do tego, że zgromadzenie tak poważne jak tegoroczny kongres inżynierów dla ogrzewania i wentylacji, w Frankfurcie zebrany, musiał przeciwko temu zaprotestować.

Obliczanie kopuł płaszczowych.

Napisał Dr. Stefan Władysław Bryła.

(Dokończenie).

B. Kopuły siatkowe.

Obliczenie kopuł siatkowych da się uskutecznić np. metodą zamiany prętów. — Pragnąc jednak ograniczyć się tu do rozwiązań najprostszyc, podamy tylko sposób wykreślny Föppla (fig. 19).

Działającą w p. A siłę P na razie opuszczamy; przyjmujemy następnie w pręcie sąsiednim np. 1 siłę o dowolnej wielkości R_1 ¹⁾. Pozostaje ona w równowadze z siłami 2 , 7 i 8 , albo — ponieważ wypadkowa sił 7 i 8 ma kierunek aa — z siłami 2 i a , które możemy wyznaczyć (fig. c). Prze-

chodząc teraz do węzła B , znajdujemy w ten sam sposób siły 3 i b (wypadkową sił 9 i 10). — Postępując tak we wszystkich węzłach pierścienia górnego, znajdujemy wreszcie dla pręta 4 pewną siłę R_4 ; — byłaby ona równa sile rzeczywistej, gdybyśmy nateżenie w 1 przyjęli rzeczywiste. W ogólności nie będzie mieć to miejsca; — ponieważ jednak siły R_1 i R_4 wrysowaliśmy w tej samej podziałce, więc kierunek ich wypadkowej zgodny będzie z kierunkiem rzeczywistej wypadkowej sił w 1 i 4 .

Rozkładamy teraz siłę P na składowe w kierunkach 5 , 6 i zz ; na rysunku użyliśmy w tym celu metody Culmanna, szukając krawędzi przecięcia płaszczyzn (P , 5), oraz (z , 6) i rozkładając potem P na składowe w kierunku tej krawędzi oraz

¹⁾ Przyczem R_1 , R_2 ... pozostaje w pewnym stałym stosunku do rzeczywistych sił S_1 , S_2 ..., tak, że $S_1 = \lambda R_1$, $S_2 = \lambda R_2$

siły 5 (fig. a i b). — Przez dalszy rozkład sił, otrzymujemy siły wewnętrzne w I, 6, a następnie w pozostałych prętach kopuły (fig. d i e).

O wiele przejrzystsza jest metoda momentów, zastosowana do tego kształtu kopuły przez Landsberga.

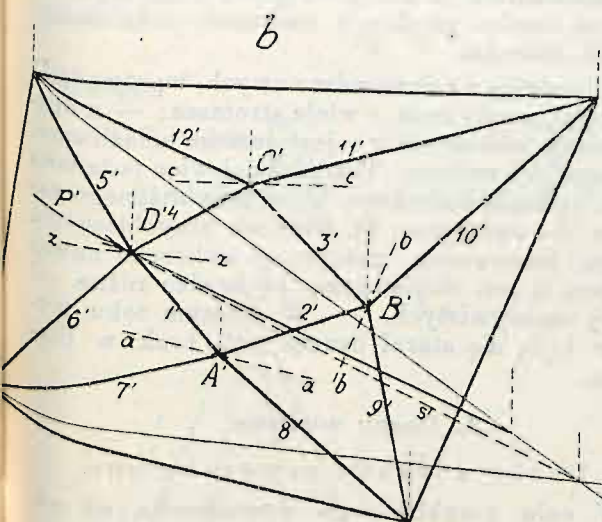
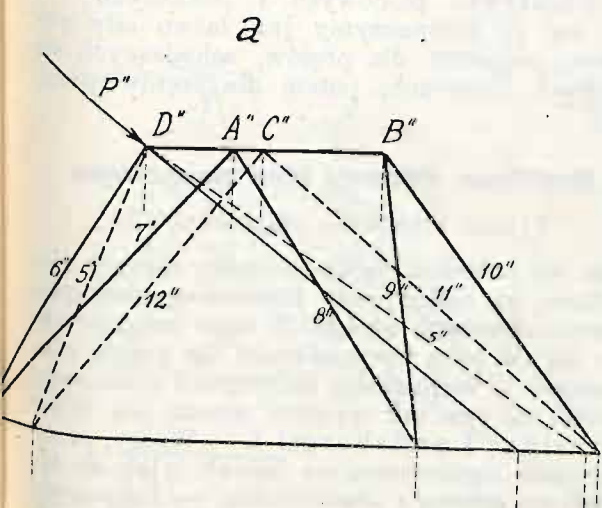


Fig. 19 a.

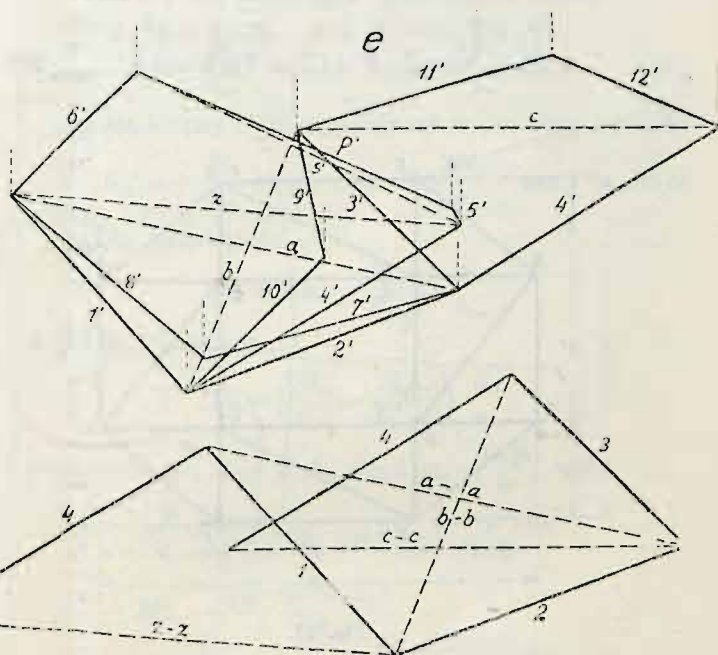
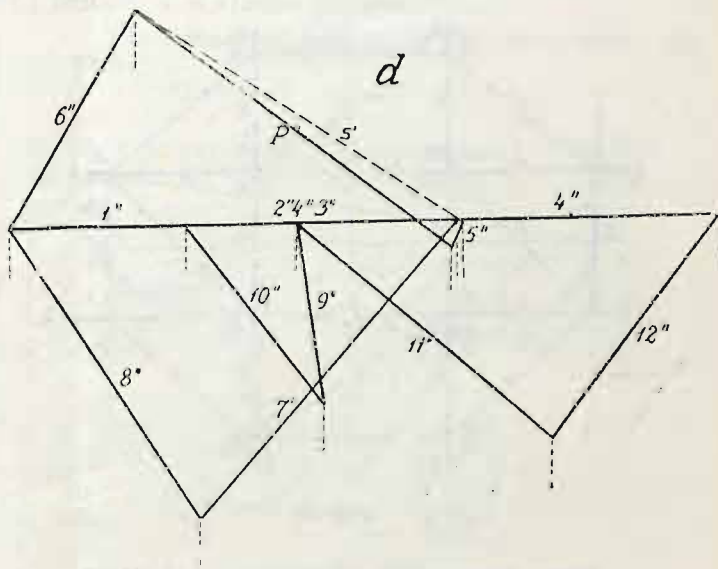


Fig. 19 b.

C. Kopuły Zimmermanna.

Obliczenie tego rodzaju kopuł podał pierwszy Zimmermann w r. 1901 dla zupełnie ogólnego obciążenia. Ustawia on dla każdego węzła trzy warunki równowagi (przyrównując do zera sumy rzutów sił na trzy prostopadłe do siebie osi) i otrzymuje np. dla punktu 1¹⁾:

$$\left. \begin{aligned} A_1 \sin \alpha + B_1 \sin \beta + D_{41} \cos \delta_a \sin \alpha + P_1 &= 0 \\ A_1 \cos \alpha + D_{41} \cos \delta_a \cos \alpha - O_{12} - W_{a1} &= 0 \\ B_1 \cos \beta - D_{41} \sin \delta_a - O_{41} - W_{b1} &= 0 \end{aligned} \right\} 14)$$

Ustawivszy takie równania dla wszystkich węzłów, używa ich do wyznaczenia 3n niewiadomych²⁾, obliczając najpierw siły w przekątniach, a następnie w innych prętach kopuły³⁾.

¹⁾ Przez W_{a1} , W_{b1} , P_1 oznacza Zimmermann składowe siły zewnętrznych w kierunku trzech osi współrzędnych. Zachowaliśmy (wyjątkowo) jego znakowanie dla łatwiejszego porównania z jego dziełem „Über Raumbauwerke“.

²⁾ W danym przykładzie mamy równań $40 = 3 \times 12 + 4$ (równ. pojedyncze dla łożysk pośrednich).

³⁾ W podobny sposób przeprowadza Zimmermann obli-

Rachując nią, rozkładamy siły zewnętrzne¹⁾ również na dwie składowe poziome w kierunku pierścieni X_m , Y_m , oraz pionową Z_m . Oddziaływania pionowe nazywamy V_m , — poziome (występujące w łożyskach liniowych) H_m . Prowadząc przekrój przez pręty podporowe, otrzymamy warunki równowagi:

$$\text{Suma sił pionowych równa zero:} \\ V_1 + V_2 + \dots + V_7 + V_8 - Z_c - Z_d = 0 \quad . \quad . \quad 15)$$

$$\text{Suma sił w kierunku } y: \\ H_3 - H_7 + Y_c + Y_d = 0 \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

$$\text{Suma sił w kierunku } x: \\ H_5 + X_c + X_d - H_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

Suma momentów względem pionowej osi przez R:

$$H_7 \cdot a + H_5 b + X_c (b' + b'') + \\ + X_d b' - (Y_c + Y_d) (a' + a'') = 0 \quad . \quad . \quad 18)$$

czenie dla kopuły o rzucie poziomym, nie ośmio- ale dwunastobocznym.

¹⁾ W rachunku przyjęto jako obciążone tylko węzły C i D.

Suma momentów względem osi II III:

$$(V_6 + V_7) \cdot a + (V_5 + V_8) (a' + a'') + (V_1 + V_4) a' + (X_C + X_D) h - (Z_C + Z_D) (a' + a'') = 0 \quad 19)$$

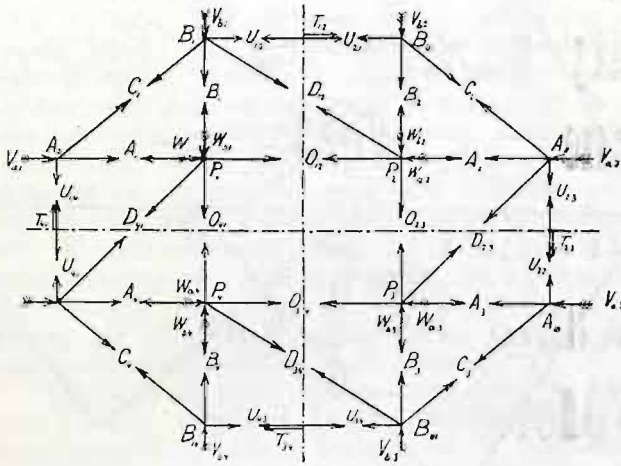


Fig. 20.

Suma momentów względem osi I VIII:

$$(V_3 + V_5) b + (V_6 + V_3 - Z_C) (b' + b'') + (V_7 + V_2 - Z_D) b' + (Y_C + Y_D) h = 0 \quad 20)$$

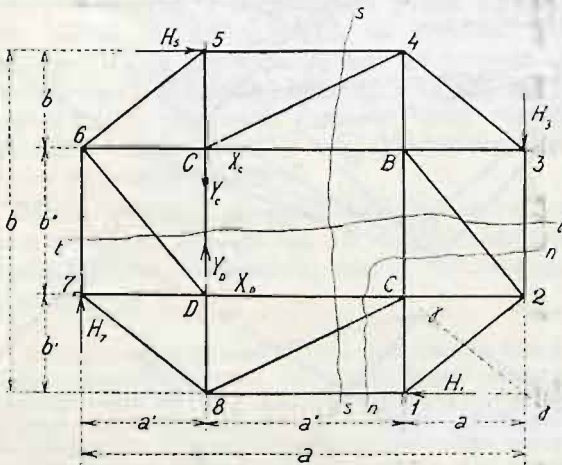


Fig. 21.

Prowadząc przekrój *ss* i obliczając moment ze względu na krawędź przecięcia płaszczyzn *AD* VIII I i *BC* V IV, mamy:

$$(V_4 - V_1) \frac{b}{2} + (V_3 - V_2) \frac{b''}{2} - H_3 \cdot k_1 = 0 \quad 21)$$

Dla przekroju *tt* i osi momentów w krawędzi przecięcia płaszczyzn *CD* VII VI i *AB* III II:

$$(V_7 - V_2) \frac{a}{2} + (V_8 + V_1) \frac{a''}{2} + H_1 k_2 - X_D (k_2 - h) - Z_D \cdot \frac{a''}{2} = 0 \quad 22)$$

Dla przekroju *uu* i osi momentów w linii (*AB* III II - *DA* I VIII):

$$V_1 r \sin \alpha - V_2 r \sin \alpha = 0 \quad 1)$$

czyli $V_1 = V_2 \quad 23)$

¹⁾ Użyte tu skrócenia k_1, k_2 oznaczają: $k_1 = \frac{h \cdot b}{2b'}$, $k_2 = \frac{h a}{2a'}$, wreszcie α jest kątem między V_1 a prostą (*AB* III II - *DA* I VIII).

Podobnie otrzymamy

$$V_3 = V_4 \quad 24)$$

$$V_5 = V_6 \quad 25)$$

$$V_7 = V_8 \quad 26)$$

Po rozwiązaniu tych równań otrzymamy wartości oddziaływań pionowych i poziomych; — znając zaś je wyznaczmy już łatwo siły wewnętrzne, najpierw dla prętów, schodzących się w łożyskach liniowych, potem dla prętów pozostałych.

III. Przybliżone obliczenie kopuł płaskich

(jako kratownic płaskich).

Jak już pobieżne spojrzenie uczy, metody wyżej podane, są nadzwyczaj żmudne i wymagają ogromnego skupienia uwagi. Z tego też powodu starano się (w paru przypadkach) dla parcia wiatru zastąpić je rachunkiem krótszym i prostszym. Zajmowali się tem tak wybitni uczeni jak Müller-Breslau, Landsberg i i. — Wzory, przez nich ułożone, ograniczają się jednak tylko na dachy wieżowe cztero- i ośmioboczne. — Przyczyna tego jest następująca: Metody przybliżone mają wartość tylko dla stosunkowo stromych dachów; tymczasem z używanych dawniej systemów kopuły Schwedlera (o kształcie przez niego określonym) są bardzo płaskie i rachunek przybliżony dla nich zawodzi.

Pojawienie się systemów nowych, wprowadziło i do kopuł nachylenia o wiele stromsze; — z drugiej strony obliczenie ich jest jeszcze uciążliwsze, niż kopuły Schwedlera. Tembardziej więc pożądane jest tu podanie krótszego, choć przybliżonego rachunku, — zwłaszcza, że wskutek przyobleczenia materią kratownicy, nateżenia, obliczone nawet sposobem t. zw. dokładnym, są bardzo różne od nateżeń rzeczywistych. — W dalszym toku wywodów będę się starał usunąć ten brak w literaturze.

A. Dachy wieżowe.

1. Dachy wieżowe czworoboczne.

W celu przybliżonego wyznaczenia sił wewnętrznych obciążamy siłami W , zaczepiającemi w węzłach, ścianę *ABO* (wzgl. *CDO*) (fig. 22) uważaną jako dźwigar kratowy ¹⁾ i kreślimy plan sił lub znajdujemy je analitycznie.

Sądzę, że sposób ten jest prostszy i racjonalniejszy w przeprowadzeniu, niż wyznaczanie sił w wieżarce idealnym, będącym rzutem pionowym ściany *ABO* (wzgl. *CDO*) i mnożenie ich następnie współczynnikiem, zależnym od nachylenia ścian, innym dla krokwi, innym dla przekątni, — co dotychczas spotykało się w podręcznikach.

2. Dachy wieżowe ośmioboczne.

Obliczenie dachów wieżowych ośmiobocznych można również sprowadzić do wyznaczenia sił w wieżarce *ABO*, o powierzchni obciążenia, przedstawiającej się w postaci trójkąta.

Jeżeli na część ściany *BCO* (fig. 23) działa parcie wiatru W , na odpowiednią część ścian *ABO* i *CDO* parcie $W' = W \cos 45$, — przyczem W_2 (liczone od szczytu do wysokości z) $W_2 = \frac{wb'z}{2} = \frac{wbz^2}{2H}$

¹⁾ Ścianę w tym rachunku bierzemy w kładzie (obrocie na płaszczyznę pionową), a nie w rzucie.

to w B działają siły $\frac{W}{2}$ i $\frac{W'}{2}$, które rozłożone w kierunku boków pierścienia dają:

$$\left. \begin{aligned} T_{y'} &= be + bf = 3 \frac{W}{2} \cos 45 = 1.06 W \\ T_{d'} &= \frac{W'}{2} = 0.354 W \end{aligned} \right\} \quad 27)$$

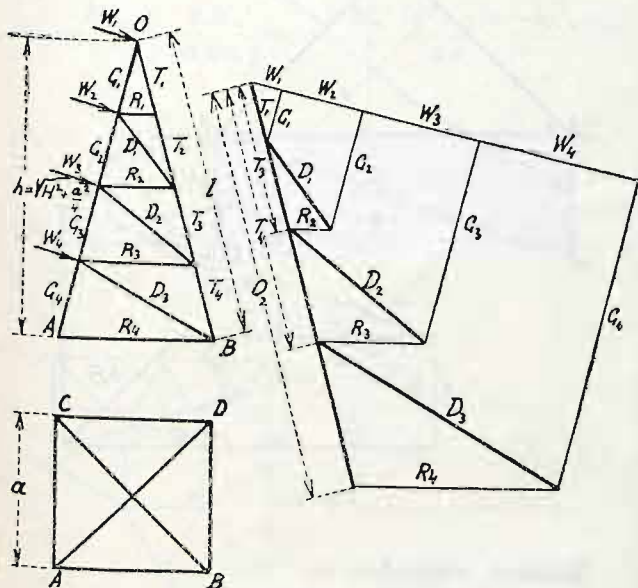


Fig. 22.

A stąd:

$$\left. \begin{aligned} T_{y'} &= 1.06 \frac{bwz^2}{2H}, & T_{y'h'} &= 1.06 \frac{bwH}{2} \\ T_{d'} &= 0.354 \frac{bwz^2}{2H}, & T_{d'h'} &= 0.354 \frac{bwH}{2} \end{aligned} \right\} \quad 28)$$

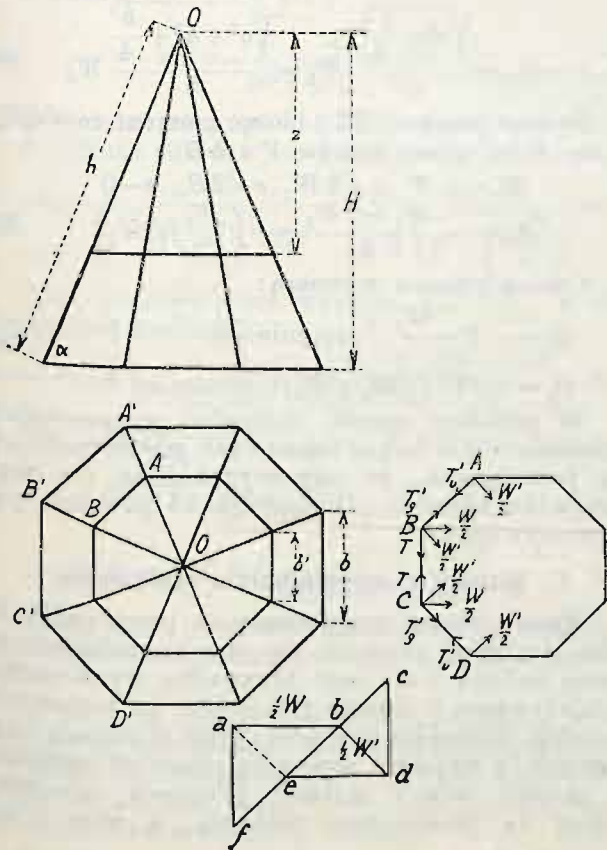


Fig. 23.

Zatem obciążenie jednostkowe (na długość h):

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{2 T_{y'h'}}{h} = 1.04 bw^1) \\ p' &= 0.35 bw \end{aligned} \right\} \quad 29)$$

Ściana ABO , uważana jako wspornik, przemieszczenie musi różnicę tych sił, działających na jej pasach, o wielkości $p - p' = 0.7 bw$.

Dla oznaczeń, jak na fig. 24, otrzymamy dla krokwi:

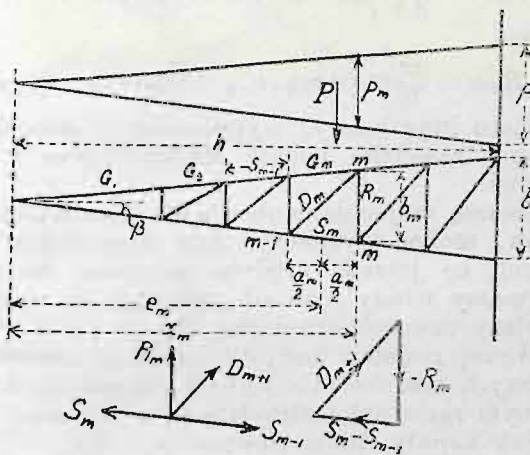


Fig. 24.

$$O_m = + \frac{M_{m-1}}{b_{m-1}} \sec \beta, \quad S_m = - \frac{M_m}{b_m} \sec \beta \quad 30a)$$

Dla ściany CDO otrzymamy w podobny sposób:

$$O_m' = + \frac{M_m}{b_m} \sec \beta, \quad S_m' = - \frac{M_{m-1}}{b_{m-1}} \sec \beta^2) \quad 30b)$$

Dla przekątnej:

$$D_m \cos \varphi_m = \frac{M_m}{b_m} - \frac{M_{m-1}}{b_{m-1}}$$

a że $d_m \cos \varphi_m = a_m$:

$$D_m = \left(\frac{M_m}{b_m} - \frac{M_{m-1}}{b_{m-1}} \right) \frac{d_m}{a_m}$$

przyczem: $p_m : x_m = p : h$, skąd $p_m = \frac{x_m p}{h}$, więc:

$$M_m = \frac{x_m}{2} \cdot \frac{x_m}{3} (p_m - p_m') = \frac{(p - p') x_m^3}{6h}$$

$$M_{m-1} = \frac{(p - p') x_{m-1}^3}{6h}$$

$$\text{dalej: } b_m : b = x_m : h, \text{ więc } b_m = \frac{bx_m}{h},$$

wreszcie $a_m = x_m - x_{m-1}$, $e_m = \frac{x_m + x_{m-1}}{2}$, a stąd:

$$\begin{aligned} D_m &= \frac{(p - p')}{6b} (x_m^2 - x_{m-1}^2) \frac{d_m}{x_m - x_{m-1}} = \\ &= \frac{1}{3} \frac{e_m d_m}{b} (p - p') = 0.233 e_m d_m w \quad 31) \end{aligned}$$

Dla pierścieni mamy:

$$\begin{aligned} -R_m : D_{m+1} &= b_{m+1} : d_{m+1} \quad a) \\ -R_m : D_m &= b_{m-1} : d_m \quad b) \end{aligned}$$

¹⁾ Spółczynnik wyrazu bw zależy od nachylenia ścian do poziomu i waha między 1.01 (dla nachylenia ściany 3:1), a 1.05 (dla nachylenia \sim 8:1. Średnio przyjmuję 1.04.

²⁾ Müller-Breslau w swym przeprowadzeniu, podobnym do niniejszego, otrzymuje na najw. ciśnienie i najw. ciągnięcie wzory różne (dochodzi tylko do wz. 30a); wynika to stąd, że używa przekątnej podwójnych gibkich; przy uwzględnieniu przekątnej pojedynczych tęgich, dochodzimy do wzorów, dających na najw. natężenie, bez względu na znak, wartości równe. Por. wartości na S_m i O_m' , oraz O_m i S_m' .

a zatem z a) dla $p'=0$:

$$R_m = -\frac{1}{3} \frac{e_{m+1} b_{m+1} p}{b}$$

oraz z b) dla $p=0$:

$$R_m = -\frac{1}{3} \frac{e_m b_{m-1} p'}{b}$$

Jeśli p i p' działają równocześnie:

$$R_m = -\frac{1}{3b} (e_{m+1} b_{m+1} p + e_m b_{m-1} p') \quad . \quad . \quad 32)$$

wreszcie

$$R_m = -\frac{w}{3} (1.04 e_{m+1} b_{m+1} + 0.35 e_m b_{m-1}) \quad 32 a)$$

Nieco inne wzory, wyprowadzone jednak na tej samej zasadzie, podaje Müller-Breslau i inni autorowie.

Zresztą mając dane obciążenie poszczególnych węzłów, można wyznaczyć siły wewnętrzne wykreślić, co jeszcze prędzej prowadzi do celu. Otrzymamy wtedy plan sił podobny do wykresu dla wieży czworobocznej (fig. 22).

Wyżej podałem już, dlaczego nie ustawiono podobnych wzorów dla kopuł płaszczonych; — w danym razie obliczalibyśmy je w podobny sposób, jak kopuły Zimmermanna (p. niżej).

B. Kopuły siatkowe.

Układanie wzorów, dla wszystkich kształtów kopuł siatkowych nie miałyby celu; zajmiemy się więc tylko kopułą nad kwadratem lub prostokątem. Kopuły o większej liczbie obliczać możnaby podobnie.

Jak wyżej wspomniałem, kopuła taka jest chwilajna, jednak przez zamianę jednego pręta pierścienia górnego np. AB (fig. 25) na pręt np. BD ,

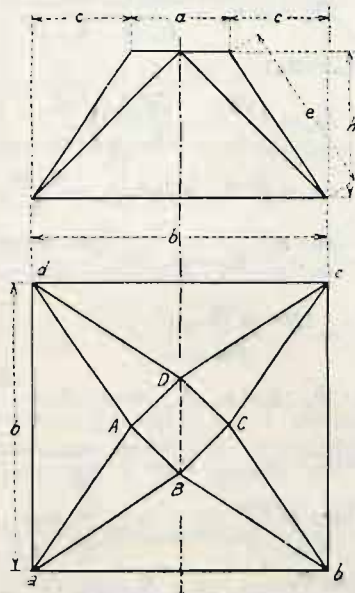


Fig. 25.

otrzymujemy kopułę statycznie wyznaczalną. Oczywiście wykona się w takim razie i AB , nie uwzględniając go jednak w obliczeniu. Takie dodanie pręta „nadliczbowego“ spotykamy często w konstrukcjach inżynierskich. — Statyczna wyznaczalność całości jest zresztą dla obliczenia przybliżonego obojętna.

Jako dźwigiary przenoszące parcie wiatru przyjmujemy aBb i cDd ¹⁾, uzupełniając je prętami podporowymi.

¹⁾ W obliczeniu bierzemy prawdziwy kształt (kład) ściany, a nie rzut jej.

Kierunek wiatru przyjmujemy poziomy, ze względu na to, że większa część jego przenosi się na aBb za pośrednictwem pręta AB . Parcie całkowite na węzeł B wynosi:

$$W_1 = \frac{1}{2} W_A + W_B.$$

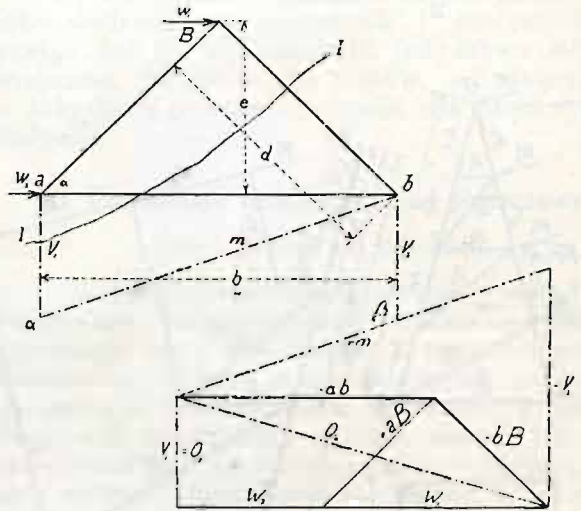


Fig. 26.

Moment względem b :

$$M_b = W_1 e = (\frac{1}{2} W_A + W_B) e$$

a stąd siła w aB :

$$S_{ab} = -S_{bb} = \frac{W_1 e}{d} = (\frac{1}{2} W_A + W_B) \frac{e}{d} \quad . \quad 33)$$

ponieważ zaś

$$d = b \sin \alpha = \frac{be}{\sqrt{e^2 + \frac{b^2}{4}}}, \text{ więc:}$$

$$S_{ab} = -S_{bb} = \frac{\sqrt{e^2 + \frac{b^2}{4}}}{b} \cdot W_1 = \frac{\sqrt{c^2 + h^2 + \frac{b^2}{4}}}{b} W_1 \quad . \quad 34)$$

Robiąc przekrój II i biorąc moment ze względu na X (p. przec. boków V i bB)

$$M_x = -W_1 \cdot e - 2W_2 \cdot e - 2S_{ab} \cdot e = 0$$

$$S_{ab} = -\frac{W_1 + 2W_2}{2} = -\left(\frac{W_1}{2} + W_2\right) \quad . \quad 35)$$

Oddziaływania wynoszą:

$$\left. \begin{aligned} O_1 &= -V = \frac{W_1 \cdot e}{c} \text{ (ciągnienie)} \\ O_2 &= +\sqrt{V^2 + (W_1 + W_2)^2} \text{ (ciśnienie)} \end{aligned} \right\} \quad . \quad 36)$$

W podobny sposób możnaby przeprowadzić obliczenie i dla kopuł siatkowych piętrowych; sądzę jednakowoż, że siły wyznaczone dla tego przypadku zanadto odbiegałyby od powstających w rzeczywistości.

C. Kopuły z wypełnieniem siatkowym.

Parcie wiatru przyjmujemy tu prostopadłe do boku Aa , gdyż przenosi się ono bezpośrednio na ścianę badaną i dla tego przypadku wyznaczmy oddziaływania¹⁾ (równe ciśnieniom na kratownicę ziemską). Następnie znajdziemy siły w prętach łożyskowych, a wreszcie zapomocą planu sił nateżenia w prętach ściany $ABba$, przyczem obracamy więzar na płaszczyznę pionową, a więc o kąt $\alpha = \arctg \frac{e}{h}$.

¹⁾ Uważając jako więzar pręty ściany $ABba$ wraz z prętami łożyskowymi.

Dla obliczenia siły w pierścieniu górnym robimy przekrój II: biorąc moment względem punktu m , otrzymujemy:

$$\begin{aligned} M_m + S_{AB} \cdot e &= 0 \\ S_{AB} &= -\frac{M_m}{e} \end{aligned} \quad (37)$$

Dla przekroju III:

$$\begin{aligned} M_m' + S_{a1} \cdot f &= 0 \\ S_{a1} &= -\frac{M_m'}{f} = -\frac{2 M_m'}{a \sin \gamma} = -\frac{2 M_m' \sqrt{e^2 + \frac{1}{4}(a-b)^2}}{ae} \end{aligned} \quad (38)$$

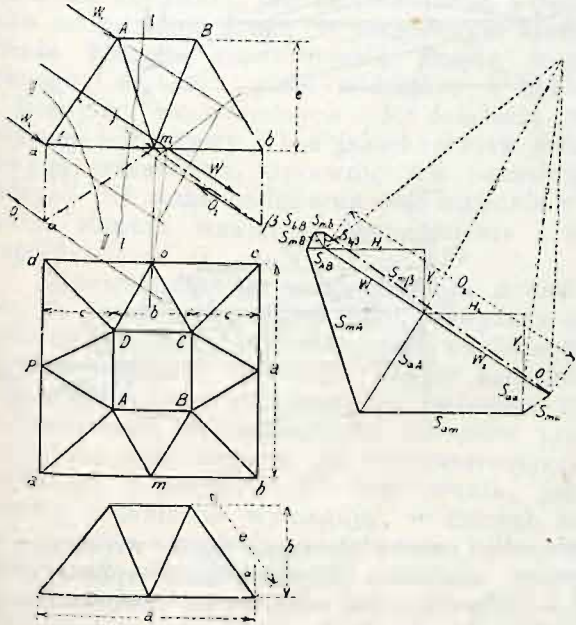


Fig. 27.

(zważywszy, że: $f = \frac{a}{2} \sin \gamma$

$$\sin \gamma = \frac{e}{\sqrt{e^2 + \frac{1}{4}(a-b)^2}})$$

Wyznaczywszy te wartości, znajdziemy z węzła A: (Suma składowych poziomych równa zeru):

$$H_1 - S_{AB} + S_{am} \frac{b}{2\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + e^2}} - S_{a1} \frac{(a-b)}{2\sqrt{e^2 + \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}} = 0.$$

Stąd, podstawivszy wartości S_{AB} i S_{a1} z odpowiednimi znakami:

$$S_{am} = \left\{ S_{AB} + S_{a1} \frac{(a-b)}{\sqrt{(a-b)^2 + 4e^2}} - H_1 \right\} \frac{\sqrt{b^2 + 4e^2}}{b} \quad (39)$$

Dla węzła a otrzymujemy w ten sam sposób:

$$H_2 + S_{a1} \frac{a-b}{\sqrt{(a-b)^2 + 4e^2}} + S_{am} = 0$$

$$S_{am} = - \left\{ H_2 + S_{a1} \frac{a-b}{\sqrt{(a-b)^2 + 4e^2}} \right\} \quad (40)$$

Takie same równania, z odpowiednio zmienionymi wartościami momentów, otrzymamy dla reszty prętów.

W ten sam sposób postępować będziemy przy obrachowywaniu sześci- czy ośmiobocznej kopuły z wypełnieniem siatkowym, biorąc tylko zmienione obciążenie wiatrem, odpowiednio do innego wzajemnego ułożenia ścian (p. wyżej).

Podobnie też przeprowadzić możemy obliczenie stromych kopuł piętrowych; — tu jednak nie miałoby racyi obliczenie analityczne; daleko prostsze jest użycie planu sił.

Jeśli kopuła ma poszczególne piętra o różnych spadkach, należy każdą połąć obrócić na płaszczyznę pionową (zatem każdą o inny kąt) i dla tak znalezionej więzara ściennego obliczyć siły wewnętrzne.

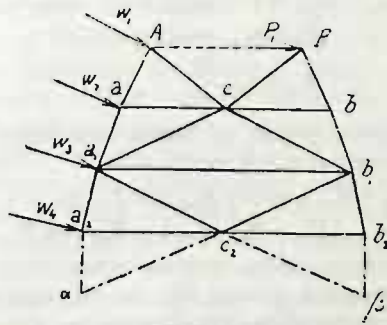


Fig. 28.

W razie, gdy więzar płaski w ten sposób otrzymany jest jednokrotnie statycznie niewyznaczalny (fig. 28), to możnaby (ze względu na to, że rachujemy w przybliżeniu) opuścić jeden pręt np. AB, a siłę działającą w A rozdzielić na dwie, jedną w A, drugą (poziomą) w B.

D. Kopuły Zimmermanna.

Siłę w aA znajdziemy, przyrównując dla węzła A sumę składowych pionowych sił do zera. Mamy wtedy (fig. 29):

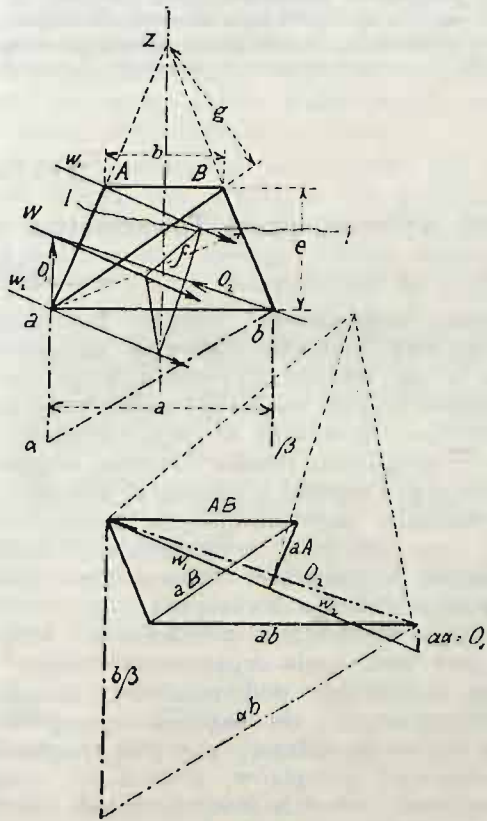


Fig. 29.

$$V_1 + S_{a1} \sin \alpha = 0$$

$$S_{a1} = -\frac{V_1}{\sin \alpha} = -V_1 \frac{\sqrt{e^2 + \frac{1}{4}(a-b)^2}}{e} \quad (41)$$

Z sumy składowych poziomych sił dla tegoż punktu, otrzymujemy:

$$H_1 + S_{AB} - S_{a1} \cos \alpha = 0$$

$$S_{AB} = S_{a1} \cos \alpha - H_1 = \frac{(a-b) V_1}{2e} - H_1 \quad (42)$$

Robiąc przekrój II i ustawiając równanie momentów względem punktu a :

$$M_a + S_{ab} \cdot f = 0$$

$$S_{ab} = -\frac{M_a}{f} = -\frac{M_a \sqrt{e^2 + \frac{1}{4}(a-b)^2}}{ae} \quad . \quad . \quad 43)$$

Dla przekroju II i momentu względem z :

$$M_z + S_{ab} \cdot g = 0$$

$$S_{ab} = -\frac{M_z}{g} \quad . \quad . \quad . \quad 44)$$

Wreszcie z węzła a (suma składowych poziomych przyrównana do zera):

$$H_2 + S_{aa} \cos \alpha + S_{ab} \cos \beta + S_{ab} = 0$$

$$S_{ab} = -(H_2 + S_{aa} \cos \alpha + S_{ab} \cos \beta) \quad . \quad . \quad 45)$$

Znaleźliśmy siły wewnętrzne również wykreślić zapomocą planu sił, z którego odczytać też można wielkość oddziaływań¹⁾.

Dla kopuły Zimmermanna piętrowej najlepiej wyznaczyć siły zapomocą planu sił (fig. 30). Wykres ten znaleźć jednak może zastosowanie bardzo rzadko, gdyż kopuły Zimmermanna zwykle (przynajmniej w górnej części) są płaskie, a do takich powyższe przeprowadzenia się nie odnoszą.

Metody obliczenia wyżej podane dają oczywiście wyniki tylko przybliżone — i to w przybliżeniu dopuszczalnym tylko dla kopuł o zarysach stromszych. Dla ścian o kącie nachylenia mniejszym niż 60° , dają one wyniki już zanadto

¹⁾ W powyższym przeprowadzeniu przyjęto, że długości ścięcia aa_2 i a_1a_2 (fig. 8) są w stosunku do odpowiednich boków tak nieznaczne, że całe parcie wiatru przenosi ścianą szerszą. Ma to zawsze miejsce w kopułach Zimmermanna.

odbiegające od prawdy. — Dla tych również kształtów stromszych niewiele różni się w wynikach bezpośrednie obliczenie sił w więzarze ściennym, obróconym na płaszczyznę pionową, od obli-

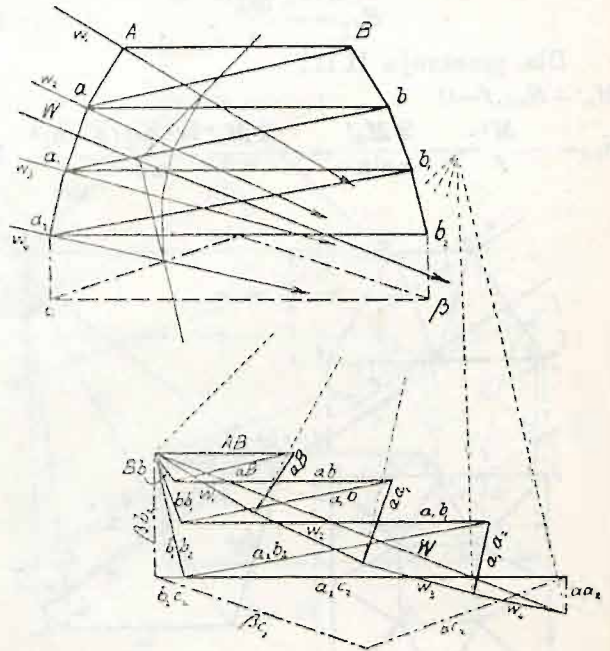


Fig. 30.

czenia dla rzutu łowego tegoż więzara i następnego mnożenia odpowiednimi współczynnikami. — Dla dachów więzowych czworobocznych są te wyniki nawet identyczne (p. wyżej).

Sprawozdanie

Komisji wybranej przez Towarzystwo politechniczne, o organizacyi urzędu budowniczego miejskiego we Lwowie.

Sprawą organizacyi urzędu budowniczego miejskiego we Lwowie, oddawna za potrzebą uznanej a po śmierci dyrektora ś. p. Juliusza Hochbergera wprost naglącej, zajmowały się niemal wszystkie, powołane do tego czynniki reprezentacyi i magistratu miasta Lwowa, a ogłaszając i uzasadniając wnioski i projekty, złożyły obfity i do ocenienia najważniejszych momentów dla komisji tem bardziej wystarczający materiał, iż większość jej członków własne miała doświadczenie o tego rodzaju kwestyach.

Komisya wychodziła z założenia, że jej zadaniem jest omówienie organizacyi urzędu budowniczego miejskiego pod względem zasad i głównych wytycznych; do badania szczegółów nie uważała się za powołaną, nie rozporządzała też takim zbiorem: przepisów, instrukcyi, rozporządzeń, uchwał, danych statystycznych, budżetowych, personalnych i t. d., któreby stanowiłyby uzasadnienie szczegółów.

Przez wszystkie projekty organizacyi urzędu budowniczego miejskiego przewijają się jako nici barwne dwie główne idee:

— usamodzielnienie — tego — obecnie tylko pomocniczego — urzędu, przez zamienienie go na osobny, samoistny,

— rozdzielenie na urząd budownictwa i urząd inżynierji.

Usamodzielnienie, skoro je wszyscy wnioskodawcy, o bardzo zróżnicowanych poglądach zgodnie zalecają, jest widocznie wynikiem tak wyraźnej potrzeby, że komisya oświadczając się równie za niem, uważa dalsze w tej mierze wywody za zbędne.

Rozdział tego samoistnego urzędu na dwie wymienione części, tkwiący w każdym nowszym projekcie organizacyjnym, występuje w swej najprostszej formie tylko w „Uwagach i t. d.” ś. p. Hochbergera, wszyscy inni projektanci układają i uzupełniają go w rozmaity sposób.

Broszura prof. R. Dzieślewskiego z r. 1905 dodaje równorzędny urząd trzeci, który zowie pomiarowym.

Wiceprezydent miasta dr. T. Rutowski w projekcie z r. 1909, tworzy w ogóle pięć oddziałów, z których:

I. — regulacyi i rozszerzenia miasta — jest także urzędem pomiarowym,

II. — architektury i budownictwa — i V. — policyi budowniczey — nie są niczem innym, tylko urzędem dla budownictwa, a

III. — kanałowy — IV. drogowy — urzędem inżynierji.

Propozycye:

Wiceprezydenta miasta K. E. Eplera i radcy miejskiego W. Rawskiego, obie z r. 1909, oświad-