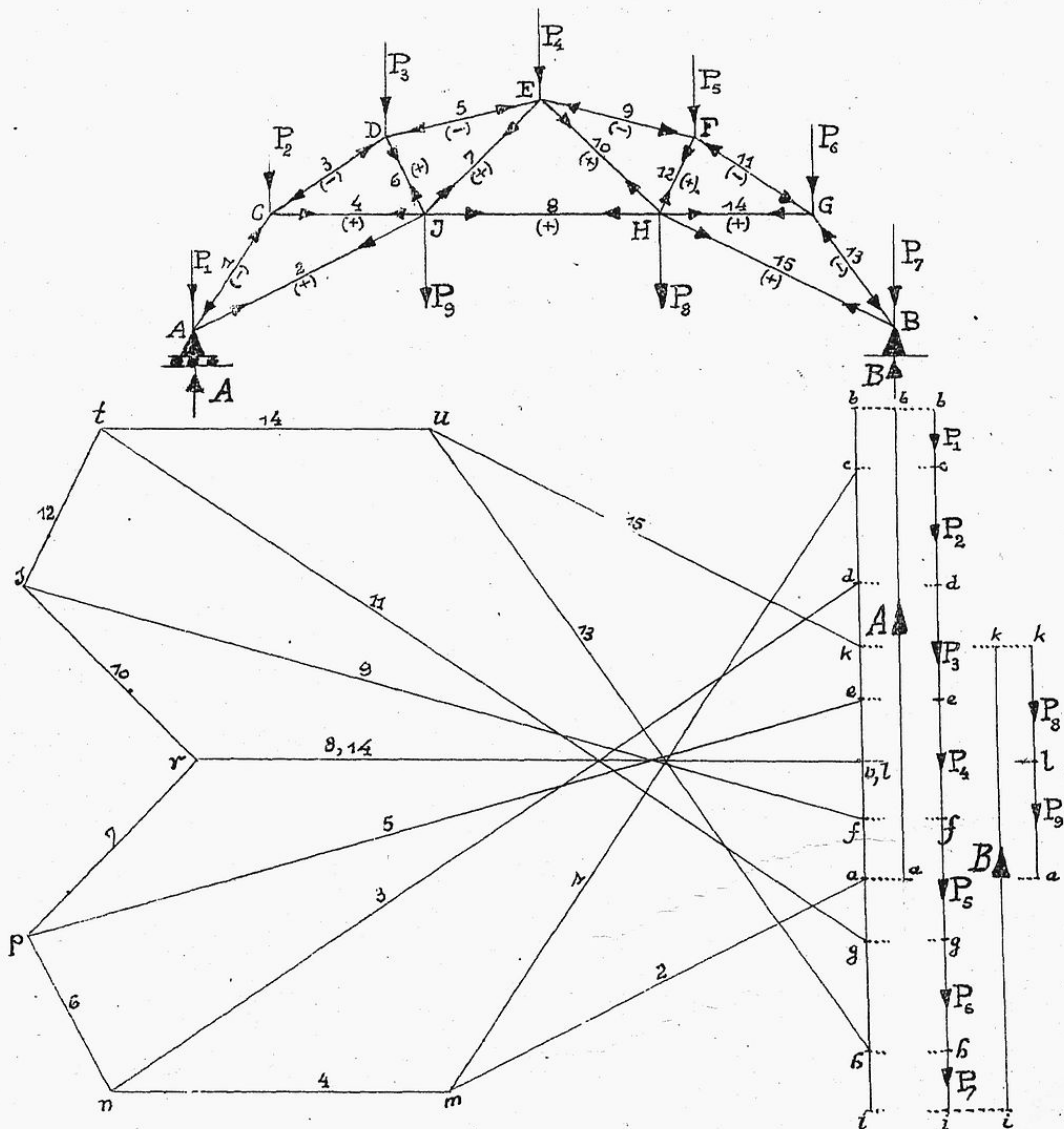


SECRET

NEJEDNI KRATOWNIOU SA OBCIEZONE ! Jestli slay zewnetrzne



RYJ. 98.

działają jednocześnie na węzły górnego i dolnego pasa kratownicy, wyznaczamy naprzód odpory; następnie wykreślamy wielobok wszystkich sił, działających na kratownicę, zważając, aby ustawić je w takim porządku, w jakim je napotykamy, obchodząc dokoła zewnętrznego obrysu kratownicy. W przykładzie więc, przedstawionym na rys. 98, siły te powinny być złożone w sposób następujący: $A, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, B, P_8, P_9$; wielobok powyższych sił, który musi być zamknięty biegnie od a przez $b, c, d, e, f, g, h, i, k, l$ do a^x . Następnie budujemy właściwy wykres Cremony, zaczynając od węzła A . Siły zewnętrzne, działające na ten węzeł są to A i P_1 , wypadkowa ich jest równa odcinkowi \overline{ac} , a więc, kreśląc z końców jego równoległe do prętów 1 i 2, otrzymamy, że szukane siły w tych prętach wynoszą \overline{cm} i \overline{ma} .

Dalej przechodzimy do węzłów C, D, J, F, G, H, B , postępując według prawideł, wyłożonych w par. 111 bez żadnych trudności. Łatwo przekonać się, że gdybyśmy siły ułożyli w wieloboku sił w innym, niż wskazany porządku, otrzymalibyśmy wykres sił bardzo zawiły i nieprzejrzysty, przytem trzeba by było na wykresie powtarzać niektóre siły.

116. KRATOWNICA POLONCEAU. Sposób Cremony może być zastosowany do każdej kratownicy, statycznie wyznaczalnej,

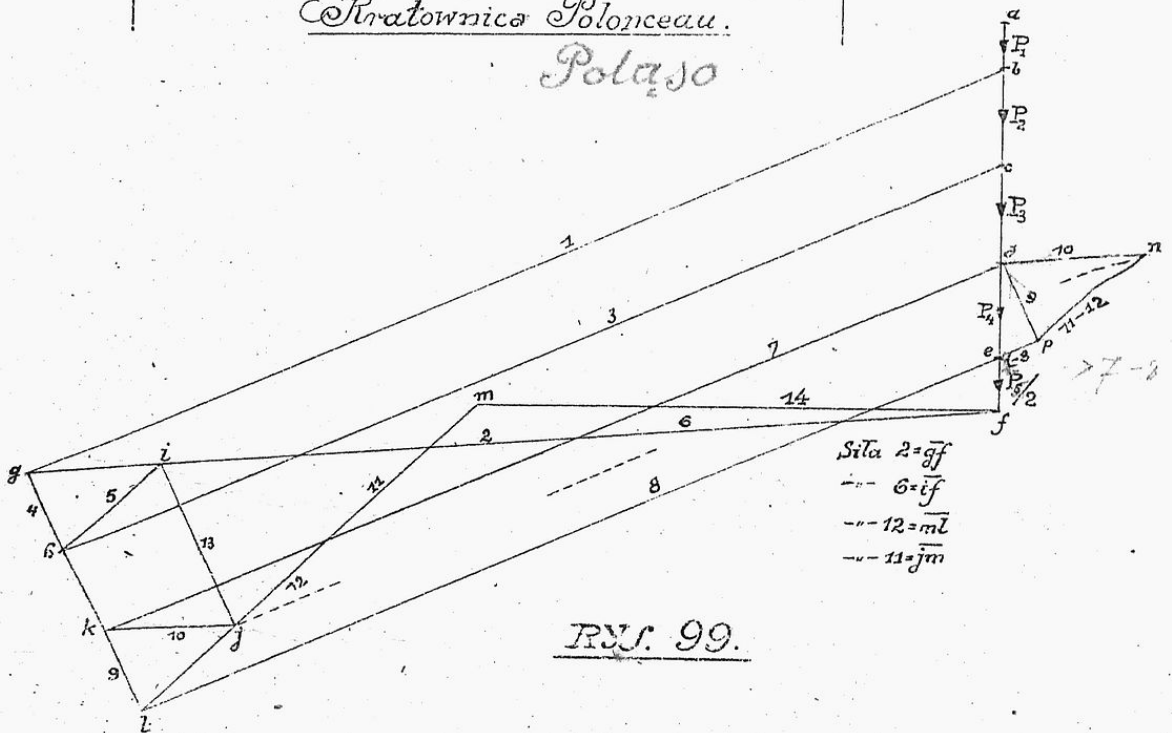
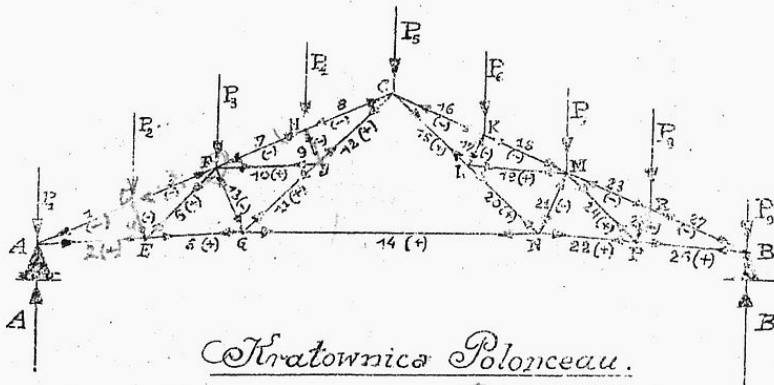
^{x/}Dla większej jasności wielobok ten, który właściwie stanowi jedną prostą, schematycznie rozłożony jest na kilka części tak, aby siły, biegnące w różnych kierunkach, nie przykrywały się wzajemnie.

naogół bez trudności. Zdarzają się jednak pewne zadania, które szablonowo rozwiązać się nie dają. Do tych, właśnie, należy kratownica dachowa syst. Polonceau, trzykrotnie podpięta /kratownica Polonceau raz podpięta żadnych trudności nie nastręcza/. Kratownicę Polonceau trzykrotnie podpiętą mamy przedstawioną na rys.99. Wykres sił w prętach wykonywamy w taki sposób: rozpoczynamy budowę wykresu Cremony, jak zwykle, od węzła A , przechodzimy następnie do D , dalej do E , a stąd należałoby przejść do G lub do F . Lecz w G mamy trzy nieznane siły 11, 13, 14; w F - również trzy - 7, 10, 13. Wobec tego nie możemy prowadzić dalej wykresu i trzeba będzie uciec się do wykresu pomocniczego.

Rozpatrujemy, mianowicie, węzeł H . Działają nań siła zewnętrzna P_4 oraz siły w prętach 7, 8, 9. Równoważymy ową siłę P_4 trzema siłami, z których dwie mają wspólną linię działania, równoległą do prętów 7 /lub 8/, trzecia jest równoległa do pręta 9. Działanie to mamy wykonane na rozpoczętym poprzednio wykresie po lewej stronie wieloboku sił. Odcinek \overline{ep} przedstawia oczywiście RÓŻNICĘ sił w prętach 7 i 8, a \overline{dp} jest to siła, działająca w pręcie 9. Siła 9 ma lot od p do d , czyli że pręt 9 jest ściśnięty.

Dalej rozpatrujemy węzeł I . Działają nań cztery siły w prętach 9, 10, 11, 12. Z tych pierwsza siła jest już

znana. Zrównoważmy siłę 9 siłami 10, 11, 12, z których dwie: 11 i 12 mają wspólną linię działania. Otrzymamy w trójkącie dnp : siłę pn równą RÓŻNICY sił w prętach 11 i 12, a nd - siłę w pręcie 10. Lot siły 10 jest od n do d , czyli że pręt 10 jest rozciągany.

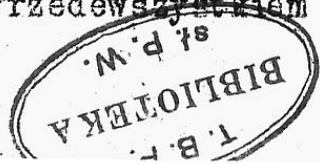


Tak więc znaleźliśmy już siłę 10; możemy teraz wrócić do węzła F , w którym pozostają obecnie dwie niewiadome 7 i 13, dające się wyznaczyć zwykłą drogą. Należy tylko wskazać, jak się wstawia znaleziony odcinek \overline{nd} /= siłę 10/ do rozpoczętego wykresu. Siły 3, 5, P_3 razem z siłami 10, 7 i 13 mają tworzyć wielobok zamknięty; zatem przez punkt i prowadzimy równoległą do pręta 13, a przez d - równoległą do 7; należy teraz wstawić między siły 7 i 13 siłę 10, którą już poprzednio znaleźliśmy; to się nam uda, jeśli z punktu n poprowadzimy prostą równoległą do siły 7, aż do przecięcia się z siłą 13 w punkcie j i następnie z j poprowadzimy prostą równoległą do siły 10 do punktu k . Wówczas dostrzeżemy, że \overline{kj} = siłę 10, \overline{ji} = siłę 13, a \overline{dk} = siłę 7. Loty sił, równoważących się przy węźle F , biegają więc w wieloboku sił od c przez d, k, j, i, b do c . Znaleźliśmy więc siłę w pręcie 5 /pręt jest rozciągany/, w 13 /pręt ściskany/ i t.d.

W dalszym ciągu przechodzimy do węzła G , potem do J, H, C , i t.d., trzymając się prawideł ogólnych.

117. WIĄZARY DACHOWE. SIŁY PIONOWE. W paragrafach poprzednich przyjmowaliśmy, że siły zewnętrzne, działające na poszczególne węzły kratownicy, są zadane. Należy teraz wskazać, w jaki sposób obliczamy te siły.

Przedewszystkiem rozróżniamy dwa rodzaje sił zewnętrz-



nych /poza odporami/: siły PIONOWE i UKOŚNE. Pierwsze siły są uwarunkowane działaniem ciężarów, ukośne zaś działaniem wiatru.

W paragrafie tym pomówimy o siłach pionowych, przyłożonych do żelaznych kratownic dachowych, zwanych inaczej WIĄZARAMI dachowymi.

Wiązar każdy, złożony z prętów, wykonanych z żelaza o różnych przekrojach, ma pewien ciężar. Przystępując do zaprojektowania wiązaru dachowego, nie znamy ani wymiarów, ani zatem ciężarów pręta, z których kratownica ma być wykonana. Korzystamy więc z danych, opartych na istniejących już wiązarach.

W "Techniku" lub w innych podręcznikach znajdziemy ciężary własne wiązarów. Ciężar wiązara żelaznego można przyjąć $p_w = 15 \sim 30 \text{ kg/m}^2$ rzutu poziomego strzechy. Większa wartość odpowiada większym rozpiętościom i odwrotnie. Ciężar powyższy jest też zależny od odstępów między wiązarami /odstępów stosujemy zwykle $3 \sim 4 \text{ m.}$, nieraz większe/.

Wiązary dachowe służą do podtrzymania pokrycia dachowego /kryćby/; prócz tego, czasami, do zawieszenia stropu.

Kryćbę układamy na deskach, przybitych do płatwi, które są umocowane do wiązarów, najczęściej w węzłach górne-

go pasa. W podobny sposób - do węzłów dolnych wiązara zawiesza się, o ile zachodzi potrzeba, strop.

Ciężar kryćby wraz z płatwiami, deskami zależy od rodzaju pokrycia /dachówką, blachą, łupkiem, szkłem i t.p./.

Naprz. ciężar pokrycia

pojedynczego dachówką	wynosi 90 kg. na 1 m ²	pochyłej po-	łaci.
podwójnego	" " 120 " " " "	" "	" "
blachą żelazną ocynkowaną			
lub blachą cynkową	40 " " " "	" "	" "
łupkiem	85 " " " "	" "	" "
szkłem	20 ~ 30 " " " "	" "	" "
tekturą smołowcową	35 " " " "	" "	" "
"holccementowego"	180 " " " "	" "	" "

W podobny sposób mamy dany CIĘŻAR 1 m² STROPU zależnie od wykonania od 200 do 350 kg/m².

Prócz poprzednich ciężarów, stale działających na wiązara, należy jeszcze uwzględnić CIĘŻAR ŚNIEGU. Dla naszych warunków przyjmujemy 75 kg na 1 m² rzutu POZIO-MEGO.

Nadmienić należy, że na dachach, których połacie tworzą z poziomem kąt większy niż 45°, śnieg utrzymuje się z trudnością; dla takich dachów ciężaru śniegu uwzględniać nie potrzeba.

Również podczas wiatru śnieg nie utrzymuje się na

dachu z tej strony, z której wiatr dmie; w tym też przypadku można nie brać pod uwagę ciężaru śniegu.

Kiedy ustaliliśmy ciężary zarówno wiązaru, jak kryćby, stropu i śniegu, można będzie łatwo obliczyć ciężar, przypadający na którykolwiek wiązar.

Niech rozpiętość wiązaru = l ; odstęp między sąsiednimi wiązarami = b , następnie oznaczmy ciężar własny wiązaru /na 1 m^2 rzutu poziomego/ przez ρ_w ; ciężar kryćby /na 1 m^2 powierzchni pochyłej/ przez ρ_k ; stropu /na 1 m^2 rzutu poziomego/ przez ρ_s ; śniegu /na 1 m^2 rzutu poziomego/ — ρ_s , wreszcie długość obrysu górnego kryćby przez l_0 .

Przy powyższych oznaczeniach znajdziemy ciężary, przypadające na którykolwiek z wiązarów:

a/ od własnego ciężaru wiązara i kryćby:

$$Q_1 = b(l\rho_w + l_0\rho_k),$$

b/ od ciężaru stropu:

$$Q_2 = bl\rho_s$$

c/ od ciężaru śniegu pokrywającego tylko części dachu, naprz. połowę:

$$Q_3 = \frac{1}{2} bl\rho_s.$$

Każdą z sił Q_1, Q_2, Q_3 należy rozrzucić na poszczególne węzły wiązara. Jakkolwiek na każdy z węzłów przypadać może inny ciężar, to zwykle jednak:

a/ Siłę Q_2 rozkładamy na górne węzły, przytem na



wszystkie, z wyjątkiem dwóch skrajnych, przyjmujemy jednako-
kwe siły; na skrajne węzły po połowie tej siły; jeśli,
dajmy na to, górnych węzłów będzie n_1 , wtedy na każdy
pośredni węzeł przyjmujemy siłę $P_1 = \frac{Q_1}{n_1-1}$, zaś na każdy
skrajny siłę $= \frac{P_1}{2} = \frac{Q_1}{2(n_1-1)}$. Gdyby nam chodziło o za-
łożenie bliższe do prawdy, można ciężar wiazaru rozrzucić
na wszystkie węzły górne i dolne - więcej naprz. $\frac{2}{3}$ całego
ciężaru na górne, mniej /naprz. $\frac{1}{3}$ całego ciężaru/ na
dolne; zaś ciężar kryćby - tylko na górne węzły.

b/ Siłę Q_2 - rozkładamy na dolne węzły; jeśli węzłów
dolnych mamy n_2 , wówczas na każdy pośredni węzeł przy-
mujemy siłę $P_2 = \frac{Q_2}{n_2-1}$, zaś na każdy skrajny siłę =
 $= \frac{P_2}{2} = \frac{Q_2}{2(n_2-1)}$.

c/ Siłę Q_3 rozkładamy na górne węzły tej części wią-
zaru, nad którą przyjmujemy śnieg. Na skrajne węzły tej
części przyjmujemy $\frac{1}{2}$ siły, przypadającej na każdy z po-
zostałych węzłów.

Dla uproszczenia roboty bardzo często przyjmujemy, że
śnieg działa na całą powierzchnię kryćby i wówczas siłę

$Q_3 = b l p_s$ łączymy z siłą $Q_1 = b(l p_w + l p_k)$; sumę
tych sił $Q_1 + Q_3$ rozkładamy na górne węzły wiazaru tak, jak
to było powiedziane w p.a/.

Przy tem założeniu pręty wiazara znajdują się wogóle w
gorszych warunkach, niż gdyby założyć rozkład sił bliższy
rzeczywistości; skutkiem tego wymiary prętów otrzymują

większe, bezpieczniejsze.

118. Na przykładzie wiązara dachowego, przedstawionego na rys. 100, obliczone zostały siły, wywołane w prętach wiązara ciężarem własnym i śniegu.

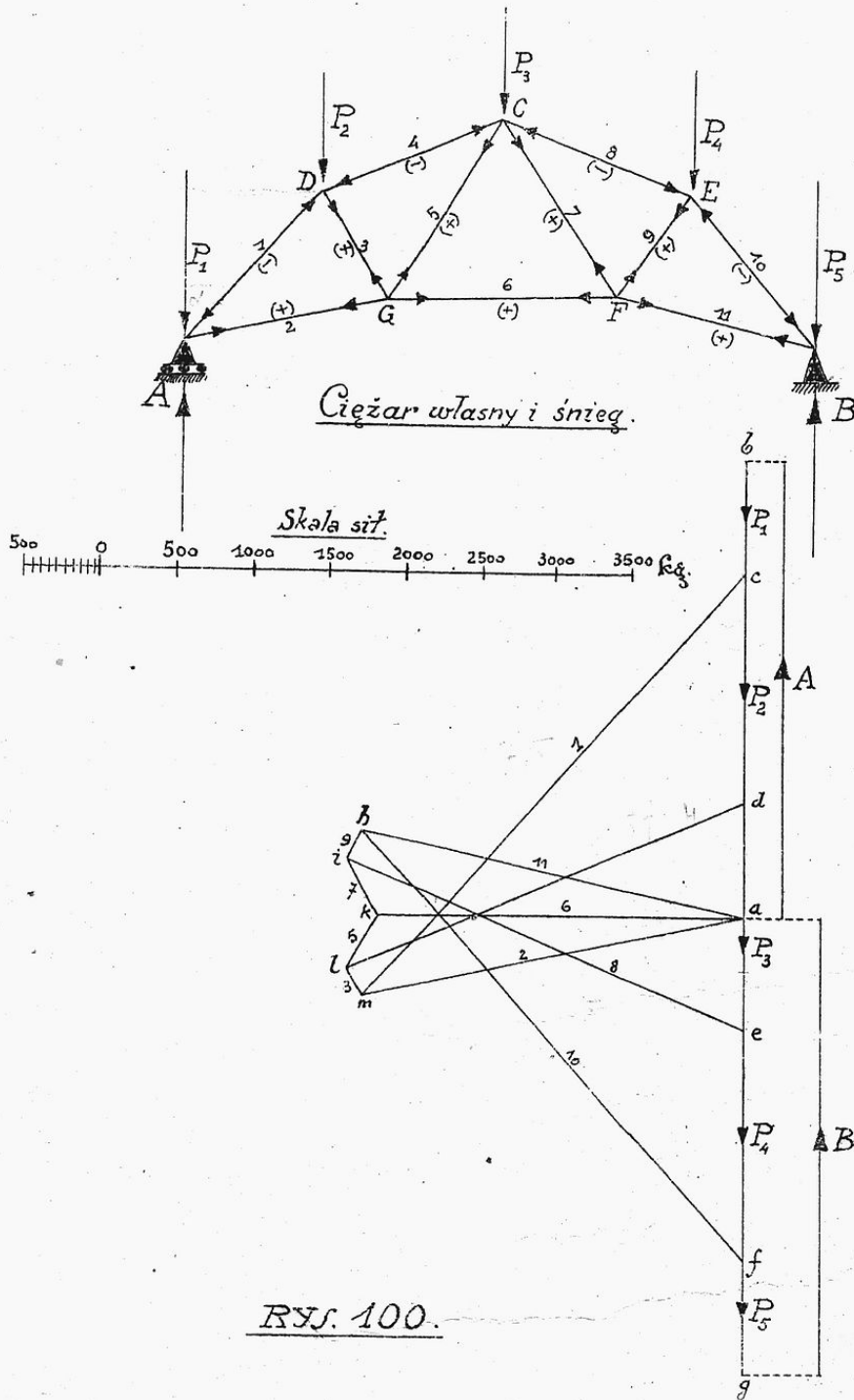
Siły te obliczone z wykresu, zebrane zostały w tabelce, pomieszczonej w par. 123. W tabelce tej podane są jeszcze inne dane, o czym mowa niżej.

119. SIŁY UKOŚNE. PARCIE WIATRU NA WIĄZARY DACHOWE.

Oprócz sił pionowych, powstających od ciężaru własnego materiału, z którego wytworzona jest krycha oraz ciężaru śniegu, na wiązar dachowy działają jeszcze siły ukośne wiatru. Przy obliczeniu kratownicy siły te uwzględnia się w sposób cokolwiek odmienny, niż siły pionowe, i dlatego wypada sprawę tę omówić oddzielnie.

Kierunek wiatru tworzy z poziomem kąt, wynoszący około 10° . Chcąc uprościć sobie rachunek będziemy przyjmowali, że siła ta jest pozioma; nie popełnimy przez to znacznego błędu, a natomiast ułatwimy sobie wykonanie wykresu. Zresztą, żadnej zasadniczej trudności, prócz niedogodności o charakterze kreślarskim, nie napotkaliśmy, gdybyśmy chcieli uwzględnić owo pochYLENIE wiatru do poziomu.

Wyobraźmy sobie płaszczyznę AB /rys. 101/ o polu F , ograniczoną dowolną krzywą zamkniętą; przypuśćmy, że płaszczyzna ta jest pionowa, a więc prostopadła



do przyjętego kierunku wiatru. Doświadczenie wskazuje, że siła, z jaką wiatr działa na tę płaszczyznę, wynosi

$$P = \rho \cdot F$$

gdzie ρ oznacza t.zw. CIŚNIENIE JEDNOSTKOWE, t.j. siłę parcia wiatru na jednostkę pola. Dalej z doświadczenia otrzymujemy, że

$$\rho = \varphi \cdot v^2 \dots \dots (1)$$

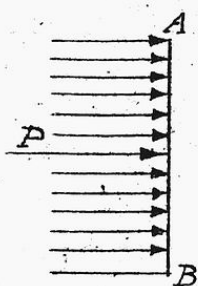
gdzie v oznacza prędkość wiatru

w m/sek., zaś φ jest to pewien stały współczynnik, który fizycznie wyraża ciśnienie na jednostkę pola przy prędkości wiatru = 1 m/sek. Siła P , jako wypadkowa parcia wiatru, RÓWNOMIERNIE rozłożonego, przechodzi przez środek ciężkości pola F .

Różni badacze otrzymali dla φ rozmaite wartości, wahające się w nieznacznych granicach. Przyjmiemy średnio $\varphi = 0,13$.

Prędkość wiatru może być różna: od 0 do 50 m/sek. Gdy $v = 50$ m/sek., to z /1/ otrzymamy $\rho = 0,13 \cdot 2500 = 325$ kg/m². W naszych warunkach silny wiatr ma prędkość 30 - 35 m/sek. najwyżej. Stąd otrzymujemy $\rho = 120 - 160$ kg/m². Zazwyczaj przyjmujemy $\rho = 125 \sim 150$ kg/m².

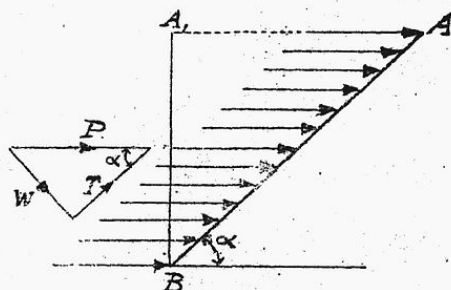
120. PARCIE WIATRU NA PŁASZCZYZNĘ POCHYLĄ. Jeśli



RYG. 101.

płaszczyzna F nie jest prostopadła do kierunku wiatru, a tworzy z poziomem kąt α /rys.102/, to całkowite parcie wiatru na tę płaszczyznę, zgodnie z doświadczeniem, jest takie, jak gdyby wiatr działał na pole, będące rzutem danej płaszczyzny na płaszczyznę pionową.

Tak więc
$$P = \rho \cdot \overline{A_1 B} = \rho \cdot AB \cdot \sin \alpha$$



RYC. 102.

albo, oznaczając pole AB przez F otrzymamy:

$$P = \rho F \sin \alpha.$$

Całkowite parcie P rozłożmy na dwie składowe: styczną

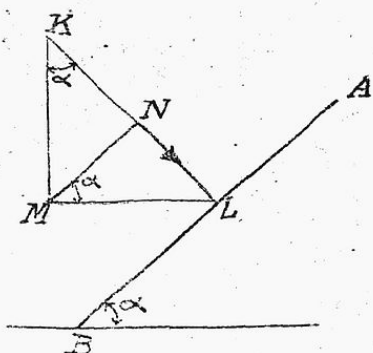
/ T / do płaszczyzny i normalną / W / do niej. Pierwsza składowa powoduje tylko ślizganie się cząstek powietrza po danej płaszczyźnie i niema dla kratownicy żadnego znaczenia. Ważne jest jedynie działanie składowej NORMALNEJ, która wynosi $W = P \sin \alpha$, albo

$$W = \rho F \sin^2 \alpha \dots \dots \dots /2/$$

Wzór ten można łatwo zbudować wykreślnie /rys.103/ w ten sposób: odmierzamy na prostopadłej do danej płaszczyzny AB odcinek KL , równy iloczynowi $\rho \cdot F$. Przez punkt L prowadzimy poziomą, przez K - pionową, a przez ich punkt przecięcia się M - prostopadłą

$$KL = pF$$

do KL ; otrzymamy punkt N . $ML = pF \sin \alpha$, a $NL = ML \sin \alpha = pF \sin^2 \alpha = W$. Z tego wynika, że odcinek NL jest równy szukanej normalnej sile parcia wiatru W .



rys. 103.

121. OBLICZANIE WIAZAPA PODDANEGO DZIAŁANIU WIA TRU.

Dla przykładu rozpatrzmy wiazar, przedstawiony na rys. 104 - 110.

Kryćba opiera się na szeregu wiazarów /I, II, III/, ustawionych równolegle jeden do drugiego, zwykle w jednakowych odstępach /rys. 106/.

Pokrycie tworzy powierzchnię, składającą się z 4-ch płaszczyzn, przedstawionych w rzucie pionowym prostymi AD, DC, CG, GB , pochylonych do poziomu pod różnymi kątami. Wiatr działa na każdą z nich z inną siłą, wypada więc do każdej oddzielnie zastosować budowę, wskazaną na rys. 103. Przypuśćmy, że wiatr działa z lewej strony wiażara, zatem działa tylko na płaszczyzny AD i DC - na pozostałe płaszczyzny wiatr działania nie wywiera. Obliczmy, jakie jest parcie na płaszczyzny AD i DC .

Na każdy wiazar przypada połowa parcia wiatru, wywieranego na płaszczyznę, zawartą pomiędzy dwoma przyległymi wiażerami /rys. 106/. Na skrajne wiażary przypada