

$AA'''C'''C$  pod działaniem sił  $P_1'$  i  $P_2'$  (500b) wygina się w swej płaszczyźnie, przyczem siły w jej prętach i reakcje podpór obliczamy tu, jak w kratownicach płaskich. To samo dotyczy kratownicy  $AA'''B'''B$ .

Aby otrzymać ostateczne wartości sił w prętach wieży, dodajemy do siebie siły, otrzymane dla tych samych prętów, jako dla prętów kratownic płaskich, oraz siły wywołane w prętach krawędzi przez składowe siły zewnętrznych, skierowane wzdłuż tych krawędzi. Tą samą drogą obliczamy reakcje podpór wieży.

W razie, gdy podpory wieży są ze sobą połączone prętami, tworzącymi pierścień i gdy podpory te są linjowo-przesuwne, sposób wyżej wyłożony pozwala jedynie na wyznaczenie sił w prętach, nie wchodzących w skład pierścienia. Prócz tego sposób ten daje jeszcze możliwość obliczenia działania górnej części wieży na pierścień.

Wartości reakcyj podpór i siły w prętach pierścienia obliczamy z warunków równowagi tego ostatniego. Będziemy wówczas mieli do czynienia z zadaniem, omówionem w § 5 tego rozdziału.

#### 4. Przestrzenne pokrycia kratowe.

Kratownica przedstawiona na rys. 501 nosi nazwę kopuły Schwedler'a. Składa się ona z pierścieni o kształcie wieloboków foremnych, położonych w płaszczyznach równoleżnikowych, z żeber  $abcd$ , położonych w płaszczyznach południkowych i z krzyżulców. Jest ona układem statycznie wyznaczalnym, o ile tylko żebra nie przecinają się w wierzchołku kopuły. W tym ostatnim wypadku należy dla osiągnięcia statycznej wyznaczalności układu zmniejszyć liczbę składowych reakcyj podpór w ten sposób, aby uczynić zadość równaniu (1141).

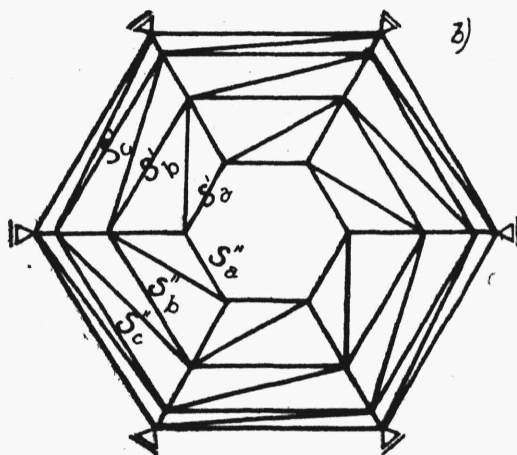
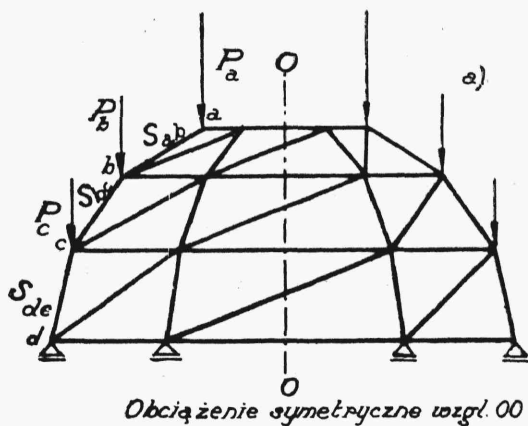
W kopule Schwedler'a można właściwie w sposób podobny, jak dla wieży, obliczać poszczególne ściany wielościanu, tworzącego kopułę, jako oddzielne płaskie kraty, przy dużej jednak liczbie ścian nie daje to znaczącego ułatwienia w porównaniu do metod ogólnych.

W wypadku obciążenia symetrycznego względem pionowej osi kopuły daje Schwedler następujący uproszczony sposób obliczenia (rys. 502).

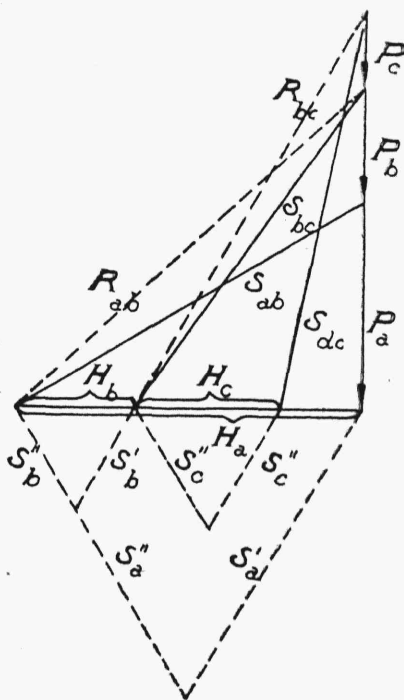
Siłę  $P_a$  rozkładamy na poziomą składową  $H_a$  i składową  $S_{ab}$ , skierowaną wzdłuż żebra. Siłę  $S_{ab}$  przenosimy wzdłuż żebra  $ab$  do punktu  $b$  i tu dodajemy ją do siły  $P_b$ , zaczepionej w tym węźle. Następnie znajdujemy wypadkową  $R_{ab}$ . Wypadkową tę rozkładamy znowu na dwa kie-

runki  $S_{bc}$  i  $H_b$  i t. d. Siły  $H$  działają tu w płaszczyznach pierścieni kopuły.

Siłę  $H_a$  możemy z kolei rozłożyć na dwie siły  $S'_a$  i  $S''_a$ , działające na pręty pierścienia, przylegające do węzła  $a$ . W ten sam sposób rozkładamy i pozostałe siły  $H$ .

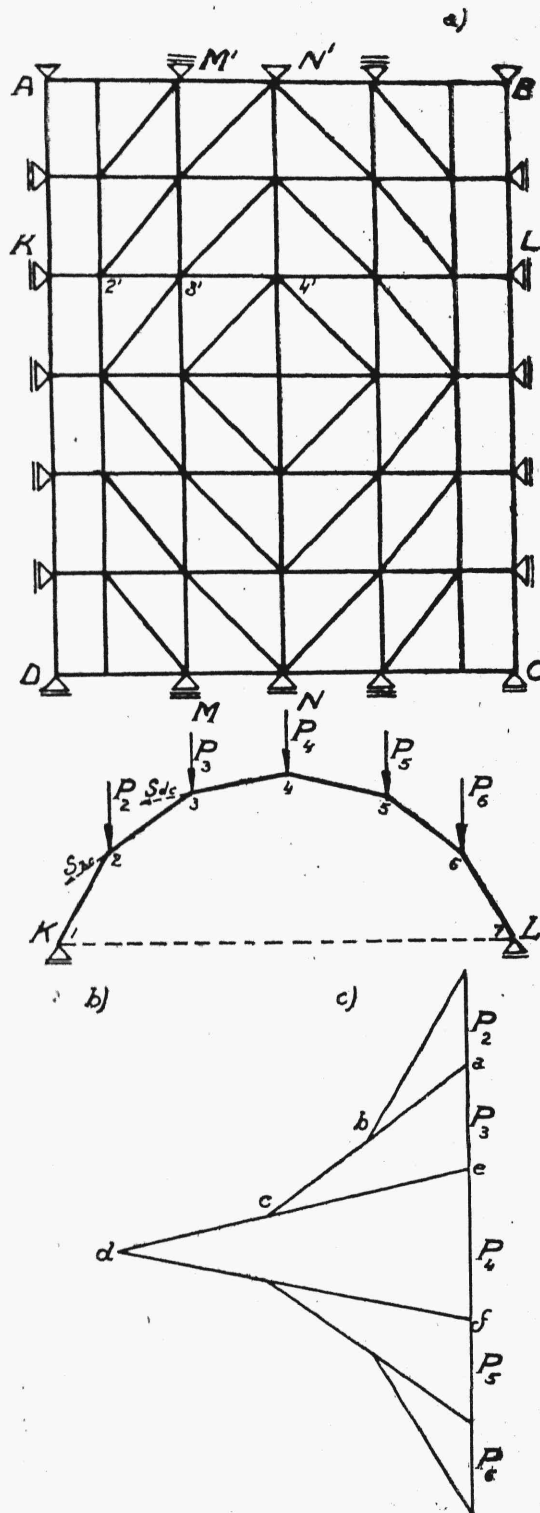


Rys. 501.



Rys. 502.

Z wieloboku sił (rys. 502) wynika, że wszystkie pręty górnego pierścienia kopuły będą w danym wypadku ściskane, pręty innych pierścieni będą wyciągane, pręty żeber będą ściskane, wreszcie krzyżulce będą miały siły zerowe.



Rys. 503.

Cylindrycznem nazywamy pokrycie, mające kształt powierzchni graniastoslupa wpisanego w walec (pokrycie Föppl'a). Podpory są tu rozmieszczone zarówno wzdłuż krawędzi  $AD$  i  $BC$ , jak i na ścianach szczytowych. Są one oznaczone na rysunku schematycznie (rys. 503).

Przedstawione pokrycie jest statycznie wyznaczalne, gdyż równanie  $r = 3k - n$  daje tu następujące wyniki:  $108 = 3 \cdot 49 - 39$ .

Przypuśćmy, że siły  $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  zaczepione są do węzłów jednego i tego samego zebra  $KL$ . Rozkładamy siłę  $P_4$ , zaczepioną w węźle 4 na kierunki 34 i 45, odpowiadające odcinkom zebra, przylegającym do punktu 4 (rys. 503b). Na wieloboku sił (rys. 503c) odpowiednie składowe przedstawiają odcinki  $ed$  i  $df$ .

Przechodzimy do siły  $P_3$ , rozkładając ją na kierunki 23 i 34 i otrzymując składowe tej siły w postaci odcinków  $ec$  i  $ac$ . Z wykresu widać, że składowa  $ed$  siły  $P_4$  i składowa  $ec$  siły  $P_3$  skierowane są wzdłuż jednej i tej samej prostej 34, mają jednak odmienne zwroty. Równe ich części w postaci odcinków  $ec$  wywołać muszą ściskanie pręta 34. Odcinek  $ed$ , jako różnica odcinków  $ed$  i  $ec$ , przedstawia wektorowo siłę  $S_{de}$  zaczepioną w węźle 3' (rys. 503a) płaskiej kratownicy  $M'MNN'$ . Siła  $S_{de}$  wywołuje wyginanie się tej kratownicy w jej płaszczyźnie i pozwala na wyznaczenie sił, działających w jej prętach.

W podobny sposób możemy wyznaczyć siły działające na inne płaskie kraty, tworzące pokrycie cylindryczne. W każdym wypadku obliczamy siły działające w prętach płaskich kratownic. Obliczywszy te siły dla wszystkich prętów wszystkich płaskich krat pokrycia, dodajemy do siebie siły odpowiadające tym samym prętom, jako częściom poszczególnych krat płaskich. Prócz tego do sił w słupach poszczególnych kratownic dodajemy siły ściskające, wywołane przez siły wyrażone odcinkami  $ec$ ,  $ab$  i t. d.

## 5. Obliczenie pierścienia, łączącego podpory kratownicy przestrzennej.

O ile podpory kratownic przestrzennych typu wieży lub typu kopuły są nieprzesuwne (rys. 500), wówczas niema potrzeby łączenia ich pierścieniem, gdyż na pierścień żadneby siły nie działały. Potrzeba pierścienia podporowego powstaje natomiast w razie podpór przesuwnych (rys. 501) i w tym przypadku w prętach pierścienia powstają siły podłużne.

Siły w prętach kratownicy przestrzennej (poza pierścieniem) nie ulegają zmianie w zależności od tego, czy podpory kratownicy przestrzennej są nieprzesuwne, czy też są przesuwne, lecz połączone pierścieniem.