Objętości wody Olczy w Jaszczurówce były mierzone w latach 1924/5 przez Wydział hydrograficzny w Warszawie. Z pomiarów wynika, że Olcza prowadzi znaczne i bardzo stałe ilości wody. Własne dorzecze Olczy między Nosalem a Kopieńcem jest nieduże, lecz potok otrzymuje przeważną część wody odpływającej z Hal Gąsienicowych i Czarnego Stawu. Różnica poziomów pomiędzy doliną Olczy a doliną Suchej Wody po obu stronach Kopieńca wynosi prawie 300 *m*, na odległości 2·0 *km*. Wywierzyska Olczyckie są więc bez wątpienia podziemnym odpływem z Hal Gąsienicowych poprzez wapienne skały Kopieńca. Na to wskazuje nietylko obfitość Wywierzyska w wodę, lecz i nazwa potoku Sucha Woda, gdyż potok rzeczywiście u góry bardzo w wodę obfity, w dolnym biegu wodę zupełnie traci.

Objętość 6-miesięczna wody Olczy wynosi około 400 L/sek., najmniejsza nie spada poniżej 200 L/sek. Zakład w Bachledówce da zatem dla 6-miesięcznej wody 2220 HP. t. j. 35.500 *kwg*$_1$24 *g*, a podczas najniższych stanów 720 HP. względnie 11.400 *kwg* '24 *g*. Roczna suma pracy wyniesie tu 10,770.000 *kwg*, zapas w stawie na Bystrem prawie 53 000 *kwg*. Zapas pracy wystarczy zatem na wyrównanie nietylko dziennych i tygodniowych wahań w odbiorze siły, lecz i na dłuższy okres czasu.

Istniejące prawa wodne są małe. Trzy zakłady turbinowe na potoku Bystrym w Kuźnicach, dwa na Foluszowym w Zakopanem, jeden na Olczy w Jaszczurówce. Wykup ich, przez oddanie odpowiedniej ilości energji elektrycznej, nie przedstawi żadnych trudności.

W drugiej alternatywie obszerny staw założony koło Kozieńca i Antonówki może być atrakcją Zakopanego tak w lecie jak i zimie. W lecie mogą tu być urządzone kąpiele i uprawiany sport łódkowania, w zimie ślizgawka. Z rurociągu żelbetowego, który prowadzi wodę Bystrego, może się odgałęziać wodociąg użytkowy, tak bardzo tu potrzebny dla skrapiania ulic i skutecznej walki z letnią plagą Zakopanego — kurzem.

Powyżej przedstawiony plan ma tę zaletę, iż da się wykonać stopniowo, etapami, w miarę wzrostu zapotrzebowania energji. W obu alternatywach rozpocząć należałoby od przedłużenia w sztolnię istniejącego już kanału i budowy zakładu w Adasiówce, następnie wykonać ujęcie Jaworzynki, potem najwyższy stopień powyżej Kuźnic. Jako końcowy etap przyszłaby budowa zakładu czy w Zwierzyniu, czy też na Bachledówce.

Zestawienia mocy i pracy zakładów w obu alternatywach przedstawia się następująco:

Alternatywa I.

	spad netto	Woda 6-miesięczna			Woda 12-miesięczna			Suma roczna pracy *kwg*	Uwaga
		l/sek	HP.	*kwg*/24 *g*	*l/sek*	HP.	*kwg*/24 *g*		
I stopień: Kuźnice . .	70 *m*	750	575	9.200	150	115	1.910	2,570.000	
II „ Bystry . .	150 „	790	1262	20.200	150	240	3.820	5,330.000	zbiornik 6.420 m^3 — 1.870 *kwg*
II „ Jaworzynka .	90 „	360	348	5.500	150	145	2.320	1,460 000	„ 5.040 „ — 900 „
III „ Zwierzyń . .	31·5 „	1150	392	6.300	300	100	1.600	1,650.000	„ 53.460 „ — 3.400 „
IV „ Biała Woda .	70 „	1150	795	12.800	300	200	3.200	3,350.000	wykonanie wątpliwe
Suma . . .			3372	54.000		800	12.850	14,360.000	6.170 *kwg*

Alternatywa II.

	spad netto	*l/sek*	HP.	*kwg*/24 *g*	*l/sek*	HP.	*kwg*/24 *g*	Suma roczna pracy *kwg*	Uwaga
I stopień: Kuźnice . .	70 *m*	750	575	9.200	150	115	1.910	2,570.000	
II „ Bystry . . .	150 „	790	1262	20.200	150	240	3.820	5,330.000	zbiornik 6.920 m^3 — 1.870 *kwg*
II „ Jaworzynka .	90 „	360	348	5.500	150	145	2.320	1,460.000	„ 5 040 „ — 900 „
III „ Bachledówka	132 „	1550	2220	35.500	500	720	11.400	10,770.000	„ 200.000 „ — 53.000 „
Suma . . .			4405	70.400		1220	19.450	20,130.000	55.770 *kwg*

Warszawa, w styczniu 1926 r.

Prof. St. Bełzecki.

Układy prętów o połączeniach sztywnych.

(Ciąg dalszy).

§ 5. Graniczne warunki dla układów płaskich[1]). Zakładamy, że prętów o końcach swobodnych układ nie zawiera. Każdemu prętowi nadamy kierunek wskazany na schemacie strzałką i obierzemy kierunki tak, żeby schemat całego układu i każda jego część stanowiły wieloboki zamknięte.

Z teorji układów o połączeniach przegubowych wiadomo, że układ *m* punktów jest swobodny (wydłużenia prętów są absolutnie niezależne), jeżeli położenie *m* punktów jest określone zapomocą 2 *m* — 3 odległości między punktami w razie układu płaskiego i 3 *m* — 6 odległości między prętami dla układu przestrzennego. Taki układ jest geometrycznie niezmienny (twierdzenie Euler'a) i może być określony jako silny (ferme).

[1]) W niemieckiej literaturze spotykamy termin statycznie niewyznaczalny (statisch unbestimmt). Termin ten jest niewłaściwy, ponieważ mechanika układów odkształcających się jest więcej ogólną od mechaniki układów niezmiennych, a zatem nie może być podporządkowaną dyscyplinie mniej ogólnej.

Jeżeli schemat układu stanowią wieloboki zamknięte (systeme fermè) i oprócz tego układ jest silny (ferme) to będziemy go nazywać fermą.

Termin ferma dobrze określa taki układ, termin kratownica nic nie określa.

Na rys. 3 jest podany schemat fermy.

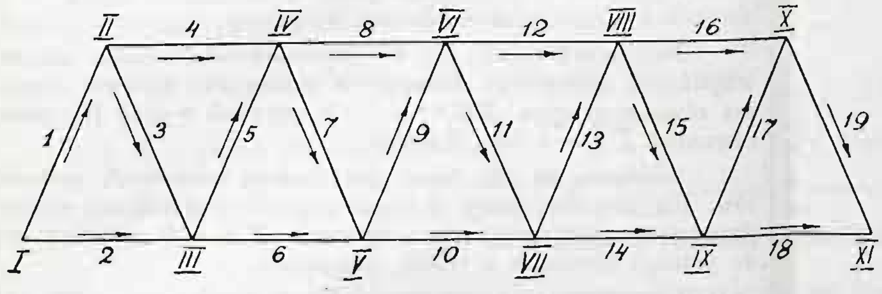
Stosując równanie I, otrzymamy:

$$
\left.
\begin{aligned}
\varphi^{II} - \varphi^{I} &= \varphi_1 \\
\varphi^{III} - \varphi^{II} &= \varphi_3 \\
\varphi^{I} - \varphi^{III} &= -\varphi_2 \\
\varphi^{IV} - \varphi^{II} &= \varphi_4 \\
\varphi^{IV} - \varphi^{III} &= \varphi_5 \\
\varphi^{II} - \varphi^{IV} &= -\varphi_4 \\
\ldots & \ldots
\end{aligned}
\right\} \qquad (a)
$$

Dodając po trzy, otrzymamy:

$$\begin{aligned} \varphi_1 + \varphi_3 &= \varphi_2 \\ \varphi_3 + \varphi_5 &= \varphi_4 \\ \varphi_5 + \varphi_7 &= \varphi_6 \\ \varphi_7 + \varphi_9 &= \varphi_8 \\ &\ldots\ldots \\ &\ldots\ldots \\ \varphi_{2i+1} + \varphi_{2i+3} &= \varphi_{2i+2} \end{aligned} \qquad (A)$$

$i = 0,\ 1,\ 2,\ 3\ldots$



Rys. 3.

Z grupy (A) otrzymamy:

$$\varphi_1 + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_5$$

$$\varphi_1 + \varphi_4 + \varphi_7 = \varphi_2 + \varphi_6$$

$$\ldots\ldots\ldots$$

$$\varphi_1 + \varphi_{2m-3} = \sum_{i=2}^{i=8} \varphi_{2i+2} - \sum_{i=1}^{i=6} \varphi_{2i+4} \qquad (e)$$

m — ilość węzłów

$i = 0,\ 2,\ 4,\ 6,\ 8.$

Ponieważ $\varphi_i = \dfrac{l_i}{2EI_i}\left[M_o^i + M_n^i\right]$, to (a), (A) i (c) nie zależą od u_i przy u_i nieskończonie małych.

W razie $\varphi_i = 0$, $M_i^o + M_i^n = 0$,

a ponieważ: $\quad Z_0 = \dfrac{M_o}{M_o - M_u}\, l_i$, to $Z_o = \dfrac{l_i}{2}$.

Jeśli kąt między stycznemi do odkształconej osi w początku i końcu pręta jest równy zeru, to styczne są równoległe, a punkt przegięcia leży po środku pręta.

Z równań (a) wynika, że:

$$\varphi^j - \varphi^o = \sum_{i=0}^{i=j-1} \varphi_{2i+1}.$$

Lewy skrajny węzeł zakładamy nieruchomym, oznaczamy go przez φ^0 i w nim obieramy początek współrzędnych wspólnych dla całej fermy.

Równanie: $\quad \varphi_{2i+1} + \varphi_{2i+3} = \varphi_{2i+2} \quad \ldots\ldots \quad (A)$ daje nam pierwszy warunek graniczny.

Dwa inne warunki otrzymamy rzutując przesunięcia na osie współrzędnych.

Zakładamy, że pasy fermy są równoległe do osi OX, a ferma składa się z elementów trójkątnych. W ogólnym wypadku wzory będą bardziej złożone. Węzły każdego elementu zaczynając od lewego będą miały numery j, $j+\mathrm{I}$, $j+\mathrm{II}$.

Boki zamknięte oznaczamy przez l_{2i+1}, l_{2i+3}, bok zamykający przez $l_{2/i+2}$.

$\dfrac{\partial l_{2i+2} - \partial l_{2i+1} \cos(l_{2i+1} x) - \partial l_{2i+3} \cos(l_{2i+3} x)}{\partial l_{2i+1} \sin(l_{2i+1} x)}$ oznaczymy przez d,

$\eta_{2i+2} - \eta_{2i+1} \cos(l_{2i+1} x) - \eta_{2i+3} \cos(l_{2i+3} x)$ oznaczymy przez $\Sigma \eta_y$.

$\partial l_{2i+1} \sin(l_{2i+1} x) \left\{ \dfrac{\partial l_{2i+1}}{l_{2i+1}} - \dfrac{\partial l_{2i+3}}{l_{2i+3}} \right\}$ oznaczymy przez d_1.

Rzutując przesunięcia na oś OX otrzymamy:

$$\partial l_{2i+1} \cos(l_{2i+1} x) + (\eta_{2i+1} + l_{2i+1} \varphi^{\mathrm{I}}) \sin(l_{2i+1} x) +$$
$$+ \partial l_{2i+3} \cos(l_{2i+3} x) - (\eta_{2i+3} + l_{2i+3} \varphi^{j+1}) \sin(l_{2i+8} x) = \partial l_{2i+1}.$$

Albo: $\quad \dfrac{\eta_{2i+1}}{l_{2i+1}} - \dfrac{\eta_{2i+3}}{l_{2i+3}} - \varphi_{2i+1} = \pm d \quad \ldots \quad (B)$

górny znak dla elementów, dla których φ^{j+1} leży na pasie górnym, dolny dla takich, dla których φ^{j+1} leży na pasie dolnym.

Rzutując na oś OY otrzymamy:

$$\varphi_{2i+1}\, l_{2i+3} \cos(l_{2i+3} x) - \Sigma \eta_y = \pm d_1 \quad \ldots \quad (C)$$

(B) i (C) są dwa warunki graniczne.

Dla każdego zamkniętego konturu o połączeniach sztywnych mamy trzy warunki graniczne, które można zastąpić jednym, jak to będzie wskazane niżej.

Równanie (A) nie zależy od ∂l. W równaniach (B) i (C) wyrazy d i d_1 są funkcją ∂l_i.

Funkcje d i d_1 są wiadome przy połączeniach przegubowych; w tym wypadku osie prętów są głównemi osiami sprężystości. Przy połączeniach sztywnych osie prętów nie są głównemi osiami, wektory sił sprężystości odchylają się od osi. Odchylenia te są tak małe, że cosinusy kątów, które robią wektory z osiami prętów, możemy założyć równemi jedności. Przy takim założeniu wektory sił są wiadome funkcje sił zewnętrznych, a zatem są wiadome liczbowe przy nich współczynniki czyli funkcje wpływowe[1]).

Korzystając ze wzorów:

$$\varphi_i = \frac{l_i}{2EI_i}(M_i^o + M_i^n)$$

$$\eta_i = \frac{l_i^2}{6EI_i}(2M_i^o + M_i^n)$$

otrzymamy z (A) i (B):

$$M^n_{2i+2} = -M^o_{2i+2} + K_{\frac{2i+2}{2i+1}}(M^o_{2i+1} + M^n_{2i+1}) +$$
$$+ K_{\frac{2i+2}{2i+3}}(M^o_{2i+3} + M^n_{2i+3})$$

$$M^n_{2i+3} = -2M^o_{2i+3} - K_{\frac{2i+3}{2i+1}}(M^o_{2i+1} + 2M^n_{2i+1}) \mp 6dEK_{2i+3}$$

$$K_i = \frac{I_i}{l_i}, \quad K_{\frac{m}{n}} = \frac{K_m}{K_n}.$$

Podstawiwszy te wartości do równania (C) otrzymamy:

$$A\,M^0_{2i+1} + B\,M^n_{2i+1} + C\,M^0_{2i+2} + D\,M^0_{2i+3} = q_j$$

$$i = 0,\ 1,\ 2,\ 3\ \ldots.$$

$$j = 1,\ 2,\ 3\ \ldots..$$

jest to linjowe równanie czterech momentów.

Te równanie będziemy nazywać twierdzeniem czterech momentów.

Graniczne warunki streszczają się w jednem twierdzeniu czterech momentów.

---

[1]) Przytaczam szereg liczb z obliczenia mostu przez rz. Biała

W założeniu przegubów	W układzie sztywnym
104,3	105,87
47,2	47,1
20,4	22,665
47	46,66
81,4	84,006
0	3,03
84,	83,864
67,	69.58
114,7	115 034
22,7	26.81
114,2	114,541
132 9	133,496

Największe różnice dają reakcje w słupkach, różnice w pasach i krzyżulcach nie przekraczają 4%. Łatwo uniknąć różnicy w słupkach, odpowiednią ich konstrukcją (przeguby Mesnager).

Samo przez się zrozumiałe, że znaki po komie tak w jednym jak i w drugim wypadku nie mogą mieć żadnego decydującego znaczenia.

$$A = \frac{l_{2i+1}\, l_{2i+3} \cos(l_{2i+3}\, x)}{I_{2i+1}} - \frac{l^2_{2i+2}}{6\, I_{2i+2}} (K - K_{\mathrm{I}}\, K_{\mathrm{II}}) +$$
$$+ \frac{l^2_{2i+1}}{3\, I_{2i+1}} \cos(l_{2i+1}\, x) - \frac{l^2_{2i+3}}{6\, I_{2i+3}} \cos(l_{2i+3}\, x)$$

$$B = \frac{l_{2i+1}\, l_{2i+3} \cos(l_{2i+3}\, x)}{I_{2i+1}} - \frac{l^2_{2i+2}}{6\, l_{2i+2}} (K - 2\, K_{\mathrm{I}} - K_{\mathrm{II}}) +$$
$$+ \frac{l^2_{2i+1}}{6\, I_{2i+1}} \cos(l_{2i+1}\, x) - \frac{l^2_{2i+3}}{3\, I_{2i+3}} \cos(l_{2i+3}\, x)$$

$$C = -\frac{l^2_{2i+2}}{6\, I_{2i+2}}$$

$$D = -K_1\, C$$

$$q_j = \pm d_1 + d\, K_3 \left(\frac{l_{2i+2}}{I_{2i+2}} \mp \frac{l^2_{2i+3}}{I_{2i+3}} \cos(l_{2i+3}\, x) \right)$$

$$K_{\mathrm{I}} = K_{\frac{2}{1}}, \quad K_{\mathrm{II}} = K_{\frac{2}{3}}, \quad K_{\mathrm{III}} = K_{\frac{3}{1}}$$

$$i = 0,\ 1,\ 2,\ 3 \ldots$$
$$j = 1,\ 2,\ 3 \ \ldots$$

Oprócz $n-1$ równań czterech momentów mamy $n+1$ równań ($\Sigma M_i = 0$) równowagi momentów w każdym węźle.

Przechodząc stopniowo od jednego elementu trójkątnego do drugiego w kierunku zlewa na prawo możemy do każdego równania czterech momentów dodać jedno równanie równowagi $\Sigma M_i = 0$ dla lewego węzła.

Rugując za pomocą tego równania jeden z momentów, w równaniu czterech momentów otrzymamy równanie trzech momentów. Dla skrajnego prawego elementu będziemy mieli nie jedno lecz trzy równania $\Sigma M_i = 0$, to równanie da nam zależność między $M^o{}_1$ i $M^n{}_1$. Wszystkich równań będziemy mieli $n-1$. Te równania będą zawierały:

$$3(n-2) + 1 - 2(n-2) = n - 1$$ [1])

niewiadomych momentów. Zadanie jest kompletnie rozwiązane.

Cała teorja układów sztywnych streszcza się w jednem twierdzeniu trzech momentów. Analitycznie teorja ta niczem się nie różni od teorji belek ciągłych.

Załóżmy teraz, że ferma składa się z m elementów czworokątnych (ferma Virandela). Dla każdego czworokąta graniczne warunki streszczą się w jednem równaniu z sześciu niewiadomemi. Dla każdego elementu zaczynając od lewej nieruchomej podpory możemy dodać dwa równania równowagi ($\Sigma M_i{}^{o,n} = 0$) lewych węzłów; a zatem równanie graniczne zredukuje się do równania o czterech momentach.

W każdym czworoboku lewy dolny węzeł oznaczymy przez j. Numera węzłów będą: j, $j+\mathrm{I}$, $j+\mathrm{II}$, $j+\mathrm{III}$. Boki zamknięte oznaczamy przez l_{2i+1}, l_{2i+2}, boki zamykające 2_{i+4}, 2_{i+5}; opuszczamy znakowanie l_{2i+3} odpowiadające krzyżulcom.

Równanie graniczne (twierdzenie 4 momentów) będzie linjową funkcją momentów $M^0{}_{2i+1}$, $M^0{}_{2i+2}$, $M^n{}_{2i+2}$, $M^n{}_{2i+5}$. To równanie dla ostatniego elementu wobec dwóch równań $\Sigma M_i{}^{o,n} = 0$ dla prawych węzłów zredukuje się do równania dwóch momentów.

Przy m elementach ilość węzłów równa się $2(m+1)$, ilość boków wspólnych $m-1$. Ilość niewiadomych:

$$4(m-1) + 2 - 2(m-1) = 2m.$$

Ilość równań granicznych równa się m. Wyobraźmy, że każdy element czworokątny przecięty jest przekrojem równoległym do kierunku sił zewnętrznych (pionowych); napisawszy warunki równowagi dla lewych części fermy otrzymamy m równań, które razem z równaniami granicznemi dadzą nam $2m$ równań, z których określimy $2m$ momentów. Za pomocą tych równań możemy wyrugować jeden moment z równania czterech momentów, otrzymując równanie trzech momentów.

Dla określenia reszty momentów mamy równania:

$$M^n{}_{2i+4} = -M^0{}_{2i+4} + K\,[M^0{}_{2i+1} + M^n{}_{2i+1}] +$$
$$+ K_1\,[M^0{}_{2i+2} + M^n{}_{2i+2}] - K_2\,[M^0{}_{2i+5} + M^n{}_{2i+5}]$$

$$M^n{}_{2i+5} = -2\,M^0{}_{2i+5} + K_3\,[2\,M^0{}_{2i+1} + M^4{}_{i+1}] -$$
$$- 3\,K_4\,[M^0{}_{2i+4} + M^n{}_{2i+4}] - 6\,d\,K_5$$

$$K = \frac{h}{l}\,\frac{I_{2i+4}}{I_{2i+1}}, \quad K_1 = \frac{I_{2i+4}}{I_{2i+2}}, \quad K_2 = \frac{h}{l}\,\frac{I_{2i+4}}{I_{2i+5}},$$

$$K_3 = \frac{I_{2i+5}}{I_{2i+1}}, \quad K_4 = \frac{l}{h}\,\frac{I_{2i+5}}{I_{2i+4}}$$

$$K_5 = \frac{I_{2i+5}}{h^2}; \quad h = l_{2i+1} = l_{2i+5}, \quad l = l_{2i+2} = l_{2i+4}.$$

$$d = \partial\, l_{2i+4} - \partial\, l_{2i+2}.$$

Jeśli $m=1$ (rama) to w zależności od kierunku sił zewnętrznych mamy: *a)* równanie 4 momentów, *b)* dwa równania równowagi typu $\Sigma M_i{}^{o,n} = 0$ dla prawych węzłów i *c)* jedno równanie $\Sigma X = 0$ lub $\Sigma Y = 0$.

Wiadomo, że siła tnąca jest funkcją końcowych momentów. Dla niepełnej ramy (o trzech prętach) przy końcach utwierdzonych warunki graniczne i równania $\Sigma M_i = 0$ redukują się do jednego równania o trzech momentach.

Korzystając z warunku $\Sigma Y = 0$ możemy zredukować całą teorję ferm Wirondela do jednego równania o trzech momentach.

Reasumując powyżej wypowiedziane myśli przychodzimy do wniosku, że wogóle teorja układów sztywnych streszcza się w jednym równaniu trzech momentów i jest pewnym uogólnieniem belek ciągłych. Nie trudno teorje belek ciągłych otrzymać jako szczególny wypadek układów sztywnych.

Więcej ogólne równania otrzymamy korzystając ze wzorów:

$$\varphi_i = \frac{l_i}{2\,E I_i}\,[M_i{}^0 + M_i{}^n + A_\mu]$$

$$\eta_i = \frac{l_i{}^2}{6\,E I_i}\,[2\,M_i{}^0 + M_i{}^n + B_\mu].$$

Korzystając ze wzorów:

$$M_i{}^n = \frac{2\,E I}{l_i}\left(2\,\varphi_i - \frac{3\,\eta_i}{l_i}\right) - 2\,A\,\mu_i + B\,\mu_i$$

$$M_i{}^0 = \frac{2\,E I}{l_i}\left(\frac{3\,\eta_i}{l_i} - \varphi_i\right) + A\,\mu_i - B\,\mu_i$$

otrzymamy równanie trzech kątów φ_i, lub trzech η_i.

Przy obecnym stanie techniki fermy ciągłe powinny mieć szerokie zastosowanie jako ekonomiczne [1]). Obliczenie ciągłych ferm jako układów sztywnych pozwoli znacznie zwiększyć naprężenia dopuszczalne i może doprowadzić do typów kompletnie racjonalnych. Teorję układów przegubowych można uważać za wyczerpaną. Teorja układów sztywnych powinna stanąć na poziomie teorji układów przegubowych lub teorji belek ciągłych.

O ile chodzi o mosty są to układy przestrzenne, a nie płaskie i powinny być liczone jako takie. Niestety postęp w tym kierunku jest znikomy.

Przestrzenne fermy ciągłe nawet w założeniu połączeń przegubowych będą znacznie lżejsze i racjonalniejsze od obecnie używanych typów, szczególnie w obecnym czasie u nas powinne być stosowane.

Podana wyżej metoda jest zupełnie ogólną i może być stosowaną w dowolnym wypadku. Będąc ogólną nie jest jedyną i można łatwo podać szereg innych metod, które w pewnych wypadkach prędzej prowadzą do celu.

Warunki graniczne są to warunki jedyne; one określają układ w zupełności. Żadnych innych warunków nie ma. Jakąby metodę my nie stosowali, zawsze otrzymamy te tylko trzy warunki.

---

[1]) $(n-2)$ ilość boków wspólnych. Ilość niewiadomych $n-1$, w teorji Mohr'a ilość niewiadomych $n+1$.

[1]) Nieuzasadniona obawa niejednakowego osiadania podpór powinna być zlikwidowaną. Stosunek poprzecznych wymiarów od długości w belkach ciągłych wogóle jest taki, że przesunięcia belki mogą być skończone, lecz ich pochodne po x i y pozostają nieskończenie małe. Przy obecnych sposobach fundamentowania taka obawa jest tembardziej nieuzasadniona.

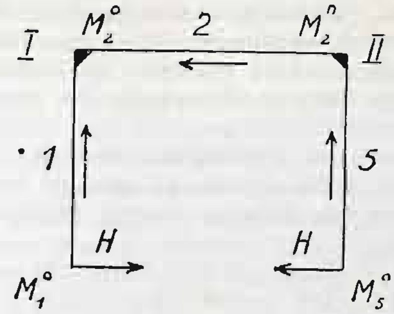
Łatwo napisać graniczne warunki (B) i (C) w więcej ogólnej formie: jeśli tego nie robię, to tylko dlatego, że w podanej formie są one prostsze. Dla każdej innej fermy zamiast $\sin x$ i $\cos x$ trzeba pisać $\sin(l_i, x)$, $\cos(l_i, x)$.

Wszystkie szukane wielkości będziemy uważać jako wielkości algebraiczne.

$\eta_i + l_i \varphi^j$ liczyć będziemy od kierunku osi pręta w prawo, φ^j — według wskazówki zegara.

Znaki momentów w części zamkniętej i w części zamykającej dodatnie, jeśli są skierowane według ruchu wskazówki zegara. Każdą część zamkniętą lub zamykającą z iluby się części nie składała, rozpatrujemy jako jeden pręt i stosujemy wzór (a).

§ 4. Naprzykład dla ramy (rys. 4):



$$M_1^n = M_1^0 - H.h$$
$$M_2^0 = M_1^0 - H.h$$
$$M_5^n = M_5^0 + H.h$$
$$M_2^n = -(M_5^0 + H.h)$$

Rys. 4.

Równanie równowagi momentów dla węzła I:

$$-M_1^n + M_2^0 = 0,$$

dla węzła II: $M_2^n + M_5^n = 0.$ (C. d. n.).

Dr. inż. Roman Witkiewicz, Prof. Politechniki Lwowskiej.

Użycie pary odlotowej do ogrzewnictwa i przenoszenie ciepła na odległość.

(Ciąg dalszy).

III.

D a n e o b l i c z e n i o w e. O ile ogrzewnictwo przemysłowe, jako trwające z reguły cały rok, prędzej amortyzuje koszta zakładowe, o tyle ogrzewanie budynków, trwające przecież około 200—220 dni, jest jednak bardziej popularne i łatwiejsze do urzeczywistnienia.

Dla wstępnego obliczenia zapotrzebowania ciepła w ogrzewaniu budynków potrzebne są następujące dane:

a) M a k s y m a l n e z a p o t r z e b o w a n i e c i e p ł a n a g o d z i n ę d l a 1 m^3 (dla otrzymania $+20^0$ przy zewnętrznej -20^0) radzi Hottinger, docent ogrzewnictwa na Politechnice Zurychskiej, przyjmować w wysokości:

30—50 kal/m^3, budynki o pojemności poniżej 2000 m^3,
15—30 „ „ „ „ 2000—20.000 m^3,
20—35 „ „ fabryczne, 1-piętrowe, z zębatym dachem,
15—25 „ „ „ wielopiętrowe.

Dla otrzymania w ubikacji $+12^0$ wystarczają spółczynniki o 20% niższe. Statystyka rzeczywistych maksymalnych zapotrzebowań, średnia z 4 lat (dla Drezna), podaje:

22·5 kal/m^3 ogrzewanej przestrzeni mieszkania,
12·4 „ zabudowanej przestrzeni budynku.

Inż. Piasecki z Lublina, zwalczając praktykowany sposób w Polsce przyjmowania 10 kal./m^3, (*Przegląd Techniczny* 1923/25), poleca obliczać odnośne ciepła (w) — kal./godz. na 1 m^3 zabudowanej kubatury ze wzorów poniższych, wyprowadzonych przy pewnych normalnych przyjęciach co do stropów, podłóg, okien etc.:

$$w = \frac{43{\cdot}38}{m} + \frac{37}{H} \ldots \text{ przy murach o grubości 3 cegieł}$$

$$w = \frac{49{\cdot}5}{m} + \frac{37}{H} \ldots \text{ „ „ „ „ } 2^1/_2 \text{ „}$$

$$w = \frac{54{\cdot}9}{m} + \frac{37}{H} \ldots \text{ „ „ „ „ } 2 \text{ „}$$

Oznaczają: m = stosunek powierzchni zabudowanej do obwodu budynku (m^2/m). H = wysokość budynku (m).

Liczby [1]) te, które dla obliczenia dziennego maksymalnego zapotrzebowania ciepła należy mnożyć przez 12—14 godzin, odnoszą się do temperatury -20^0. Zapotrzebowanie ciepła przy innej temperaturze jest prawie proporcjonalne do różnicy temperatur wewnątrz i zewnątrz budynku, wynosi więc stosunkowo do zapotrzebowania przy 0^0 C, (które przyjmuje się = 1), jak następuje:

—20	—15	—10	- 6.	-·2	0	+5	+10	+18
2·12	1·84	1·56	1 34	1·11	1	0·72	0 44	0

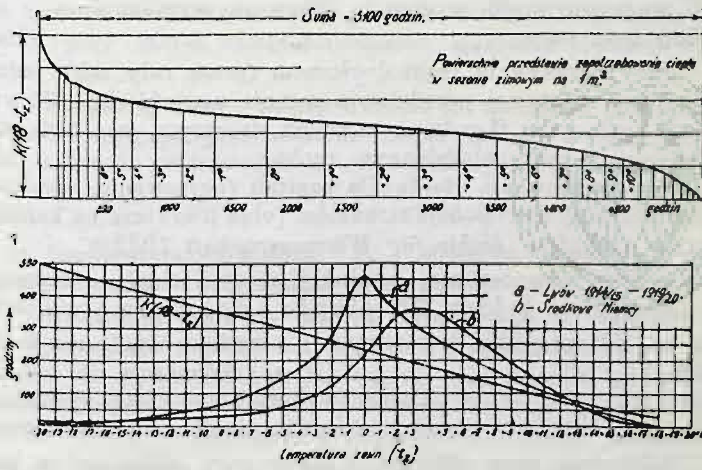


Fig. 3.

Określenie zapotrzebowania według temperatury zewnętrznej jest naturalnie tylko względne, bo wiatr, wilgoć etc. silnie te spółczynniki (przy tej samej zresztą temperaturze) zmieniają.

b) Dalej trzeba zwrócić uwagę na t. zw. k r z y w ą c z ę s t o ś c i t e m p e r a t u r y, gdyż np. temperatura poniżej -5^0 panuje zaledwie przez 7% okresu ogrzewniczego w Niemczech, przez 11% we Lwowie. Fig. 3, dolny wykres, podaje krzywą częstości temperatur (w godzinach) dla Niemiec (według Brabeé'go, Schulze'go i innych) i dla Lwowa [1]), według Obserwatorjum astronomicznego Politechniki, jako przeciętną z sześciolecia 1914/15 – 1919/20). Krzywe te, obliczone dla wartości co 1^0 C, nie są więc ciągłe. Figura przedstawia nadto (w dowolnej skali) zapotrzebowanie ciepła na 1 m^3 kubatury, zależne od temperatury, a równe $k(t_{wew} - t_{zew})$, przy przyjęciu, że $t_{wew} = +18^0$ C. Jeżeli teraz przerysuje się te wartości, (w rzędnych zapotrzebowanie ciepła/m^3, a w odciętych ilość godzin), to otrzymana krzywa, fig. 3, górny wykres, przedstawia całkowite zapotrzebowanie ciepła (dla Lwowa) w sezonie zimowym na 1 m^3 kubatury, względnie w innej podziałce dla kubatury danego budynku. Krzywa ta jest właściwie obwiednią prostokątów, przyczem wpisane pionowo liczby podają temperatury,

[1]) Podając jednak takie przeciętne wartości trzeba podnieść, że dzisiejszy stan wiedzy pozwala fachowcowi na znacznie dokładniejsze przyjęcie spółczynnika, względnie obliczenia straty cieplnej budynku w zależności od strony świata, wzajemnej sytuacji lokali, grubości i jakości muru, wymiarów okien i drzwi etc., jak to się zresztą przeprowadza przy obliczaniu radjatorów dla poszczególnych ubikacji.

[1]) P. inż. Rosnerowi, który podjął się żmudnego zestawiania temperatur należy się tutaj podziękowanie.