

niezależnie od położenia pali jarzmowych, które natomiast oczywiście muszą odpowiadać liczbie zastrzałów. - Ponieważ wtedy często nie oczep leży bezpośrednio na głowach pali, lecz siodełko, - to dla związania w kierunku poprzecznym niezbędne są w podobnym wypadku kleszcze /rys. 107 widok boczny/.

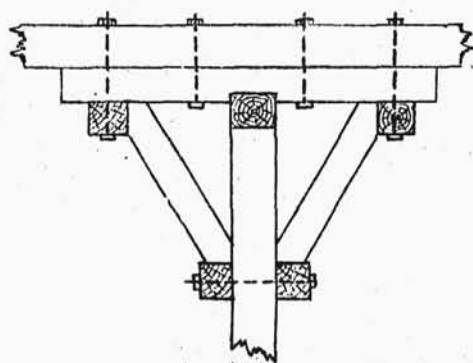
---oOo---

Jako dalszy etap w rozwoju form konstrukcyjnych mostów drewnianych - należy uważać dźwigar,

podparty parą zastrzałów z rozpornicą /rys. 108 albo rys. 109/. Ta ostatnia - jest to belka, która o ile przylega bezpośrednio do belki głównej - zazwyczaj bywa łączona z nią na kliny i śruby - dla tem większej mocy. Oczywiście, konstrukcja podobna może mieć miejsce wtedy, kiedy wzmacniany rozpornicą

każdy oddzielny dźwigar; w mostach kolejowych jest to wypadek zwykły, ponieważ tam dźwigary rozstawiane bywają w odległości ok. 2 m. osi od osi; w mostach zaś drogowych, o ile chcemy zachować taki system, to nie mogą układać kosztownych i skomplikowanych dźwigarów inaczej jak w większych odstępach, musimy wtedy urządzać jezdnię na poprzecznicach względnie jeszcze i na podłużnicach; możemy jednak zamiast tego oprócz dźwigarów zasadniczych złożonych podawać jeszcze dodatkowe jałowe z pojedynczych belek, tak, żeby rozstaw pomiędzy osiami dźwigarów wypadł co 0,8 - 1,0 mtr., ale wtedy na wzmocnionych dźwigarach należy dawać poprzeczne podciągry dla podtrzymywania dźwigarów jałowych /patrz

Połączenie za pomocą drewnianych poduszek.

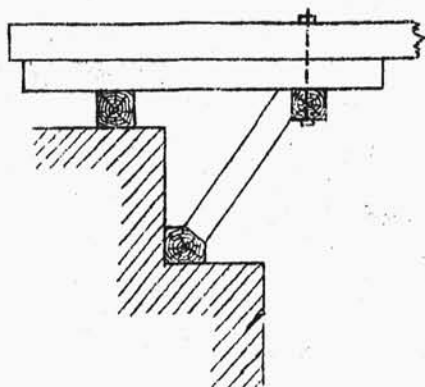


Rys. 105.

rys. 105 lub rys.
107/.

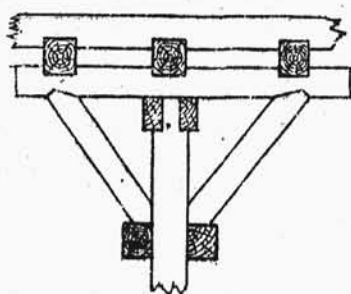
Połączenie końca zastrzału z końcem rozpornicy powinno być wykonane zawsze możliwie starannie; najlepiej stosować w tym celu buty żelazne, jak wskazują

Połączenie przy murowanym przyczółku.

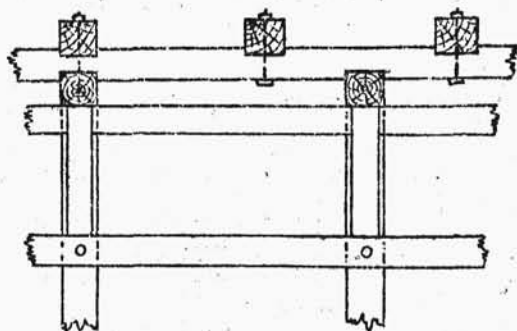


Rys. 106.

rys.111, o ile
dajemy zamiast tego
na połączeniu
narożniki żelazne
/rys.110/, to dobrze
jest zawsze
wtedy pomiędzy koń-
ce belek dawać
wkładkę z blachy
cynkowej lub oło-
wianej.



Widok boczny.



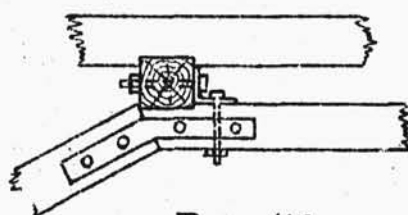
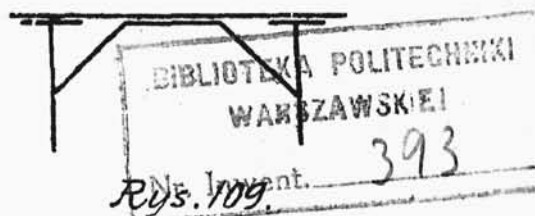
Rys. 107.

Również ważnem jest należyte umocowywanie koń-
ców zastrzałów na przyczółkach - względnie przy
jarszach. Opierać koniec drewniany bezpośrednio na

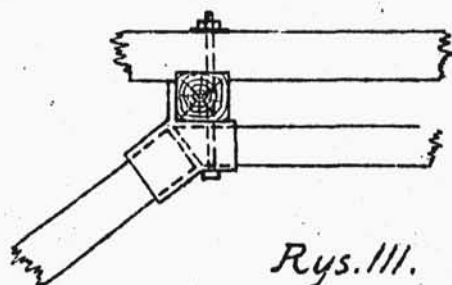
murze można tylko wyjątkowo w tych wypadkach, kiedy ciśnienie jest niewielkie, tak że - rozłożone na powierzchnię muru, odpowiadającą przekrojowi zastrzału - daje nacisk, nie większy od dozwolonego dla muru. Zwykle jednak wypada opierać koniec za-



Rys. 108.



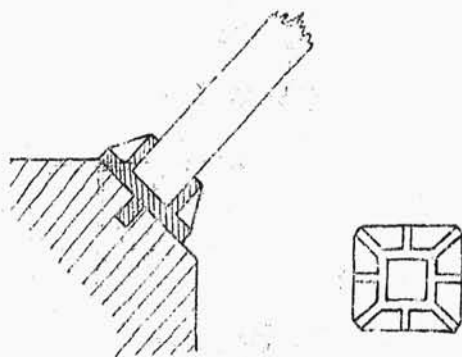
Rys. 110.



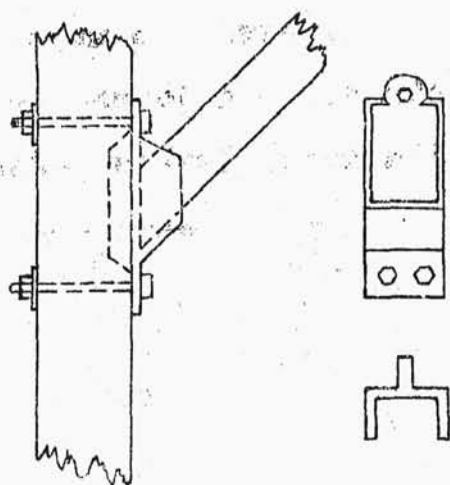
Rys. 111.

strzału na poduszce drewnianej, leżącej na murze /rys.106/. Szerokie zastosowanie mają również buty żelazne /rys.112, rys.113/. W mostach, o których mowa, - z uwagi na większą względnie wysokość konstrukcji - zachodzi jeszcze często potrzeba dawania poprzecznych wiązań, ponieważ sam pokład jezdni dla tych funkcji może już nie wystarczać. Jako rozpórki poprzeczne - nadają się doskonale belki, włożone między końce zastrzałów a rozpornicę; one jednocześnie są poduszkami, ułatwiającymi znakomicie

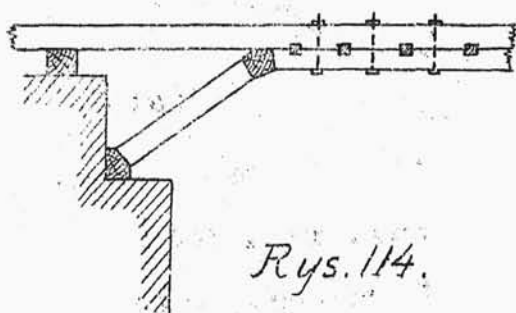
połączenie tamtych części na czopy /rys.116/.



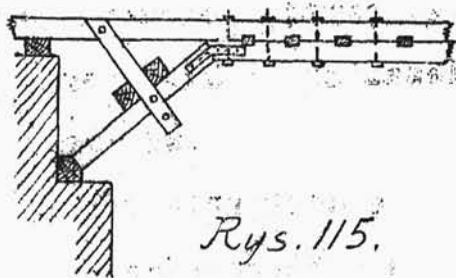
Rys. 112.



Rys. 113.



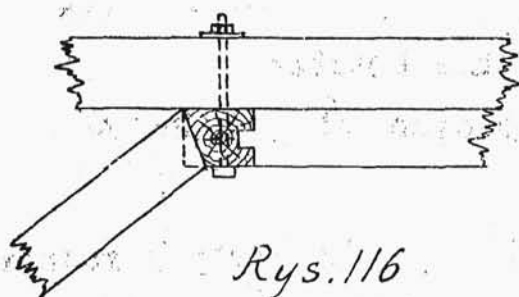
Rys. 114.



Rys. 115.

Przy dłuższych zastrzałach trzeba je łączyć kleszczami w postaci wieszadeł - jak wskazuje rys.115; wtedy wiązania poprzeczne mają kształt również poprzecznych kleszczy, obchwytyjących wieszadła. Jak zobaczymy dalej - przy rozważaniu sposobów obliczania konstrukcji, o których mo-

wa obecnie, - rozpornica może mieć - przy pewnym obciążeniu - tendencję do przesuwania się wzdłuż belki głównej. Z tej racji pożądanem jest zawsze łączenie ich ze sobą na kliny i śruby.



Rys. 116



Rys. 117.

Ważną jest rzeczą ustalić pewne zasadnicze wymiary, obowiązujące dla rozpatrywanych tu dźwigarów, wzmocnionych rozpornicą. A więc przede wszystkim stosunek wzajemny do siebie 3 części, na które przeszło dzieli się w

tym systemie. W praktyce trafiają się najczęściej takie stosunki: $1:1:1$, $1/2:1:1/2$ i $3/4:1:3/4$.

To, że środkowa część jest dłuższą od pozostałych dwóch - jest rzeczą słuszną zupełnie; dla tego, że w tym miejscu dźwigar wzmocniony jest, właśnie, rozpornicą.

Co do wymiarów w kierunku wysokości, to wymagamy zwykle, żeby spód zastrzałów wznosił się ponad poziom najwyższej wody, przynajmniej na 25 'cm/ ;

powinniśmy się przytem starać, ażeby /rys.117/ kąt nachylenia β był nie mniejszy od 25° , gdyż inaczej parcie poziome może wypaść zbyt znaczne, co znów pociągnęłoby za sobą konieczność zastosowania ściągien /kleszczów/ w płaszczyźnie AB , powodując w ten sposób zwiększenie kosztów.

Najlepiej jest tak wybierać h , ażeby β wypadło około 45° .

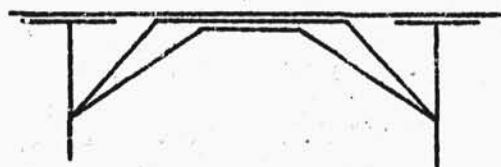
Nadmienić można w konkluzji, że mosty z rozpornicą mają zastosowanie przeważnie na drogach kołowych; dla kolei mniej się nadają, z powodu niedostatecznej sztywności, zwłaszcza przy niesymetrycznym obciążeniu. Potrzebne są wtedy dodatkowe wzmocnienia, - przedewszystkiem więc wieszadła a,a , za pomocą których usztywniamy zastrzały.

Mosty rozpornicowe odpowiednie są dla rozpiętości od 6 do 15 metrów.

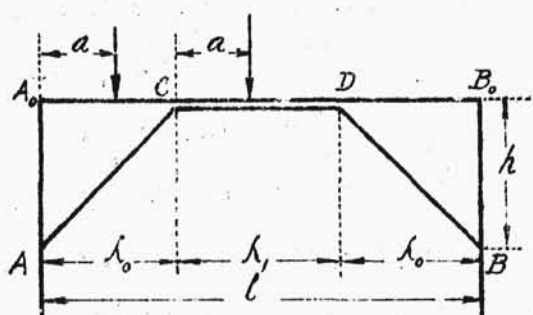
Przy większych światłach - o ile chcemy zachować ten system, - musimy go już modyfikować, mianowicie: zamiast pojedynczej stosować podwójną rozpornicę /rys.118/; można wtedy z rozpiętością dojść do 30 metr., - będą to już więc mosty większe.

Przystąpimy obecnie do rozważenia sposobów obliczenia dźwigarów rozpornicowych oraz ich części po-

mocniczych.



Rys. 118.



Rys. 119.

Mamy zatem /rys.

119/ dźwigar, podparty parą zastrzałów z rozpornicą, - przy czem stosunek pręseł do siebie $\lambda_1 : \lambda_0 : \lambda_1$, - mianowicie $\frac{\lambda_1}{\lambda_0}$ oznaczany przez m .

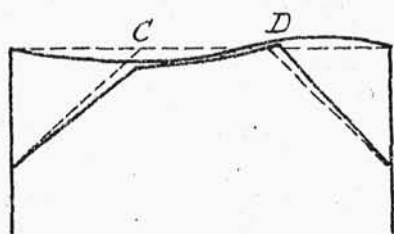
Ciężar ruchomy P niech znajduje się: raz - w pręśle pierwszym - w odległości a

od lewej podpory, - drugi raz - w pręśle środkowem - w odległości również a od podpory C . Stosunek $\frac{a}{\lambda_0}$, względnie $\frac{a}{\lambda_1}$ będziemy we wzorach następnych oznaczali przez k .

Rozważamy wypadek, kiedy belkę samą $ACDB$ można traktować jako ciągłą.

Zauważmy przedewszystkiem pewną charakterystyczną i ważną rzecz, mianowicie, że: gdziekolwiek będzie się znajdował ciężar P , to zawsze jednakże po odkształceniu się zespołu i po przybraniu nowego stanu równowagi, wywierać musi ten ciężar, jak

zaraz zobaczymy, jednakowy nacisk tak na C - jak i na D . Istotnie, tak musi być, bo gdyby było inaczej, to znaczy: gdyby nacisk na C był większy od nacisku na D , - to w takim razie koniec C rozpornicy musiałby się opuścić, zaś drugi jej koniec D - podnieść /rys.120/; ale w miarę



Rys.120.

opuszczania się punktu C wywierany nań nacisk zmniejsza się, ponieważ część ciśnienia, przypadającego na ten punkt od P , będzie równoważona przez wzmagający

się odpór odkształcanej belki AB - w miarę coraz większego jej uginania się. W punkcie zaś D - działać się będzie naodwrot: im wyżej się on będzie podnosić, tym bardziej potęgować się będzie parcie nań od belki, wyginanej ku górze, - zatem w wyniku - D coraz bardziej będzie się zmniejszał.

Jasne, że musi w takim razie nastąpić nareszcie chwila równowagi w układzie: w tym właśnie momencie, oczywiście, nacisk w C zrówna się

z naciskiem w D . Jeżeli, zatem, w pierwszej chwili były one nierówne, mianowicie, dajmy na to: $C' > D'$ - to po ustaleniu się równowagi, o której wyżej mowa, - otrzymują one inne już wartości: C i D , które się tak będą mieć do pierwotnych, że $C = D = \frac{1}{2}(C' + D')$. Wielkości C' i D' można określić, - jeżeli belka może być traktowana jako ciągła, leżąca na 4 sztywnych podporach, - na podstawie mianowicie znanego teorematu o trzech momentach, zaś następnie C i D , z warunku $C = D = \frac{1}{2}(C' + D')$. Nie powtarzając tu wywodów, - ustalimy tylko ostateczne wyniki, a mianowicie:

1/ dopóki P znajduje się w pierwszym przęśle w odległości a od lewej podpory, to

$$C = D = \frac{P}{2} \left[k + \frac{mk(1-k^2)}{3+2m} \right] \dots\dots (1)$$

przy $m=1$ mamy:

$$C = D = \frac{P \cdot (6-k^2) \cdot k}{10} ;$$

2/ gdy P znajduje się w środkowym przęśle w odległości a od lewej podpory, to

$$C = D = \frac{P}{2} \left[1 + \frac{3k}{m} \cdot \frac{1-k}{3+2m} \right] \dots\dots (2)$$

w razie jeżeli $m=1$, to

$$C=D=\frac{P}{10}[5+3k-3k^2];$$

3/ jeżeli wreszcie P znajduje się w ostatnim przęśle, to oznaczając tym razem przez a odległość jego od prawej podpory, - możemy korzystać z wzoru /1/.

Przyjmując teraz $P=1$ i zakładając dla k różne wartości od 0 do 1, możemy określić szereg

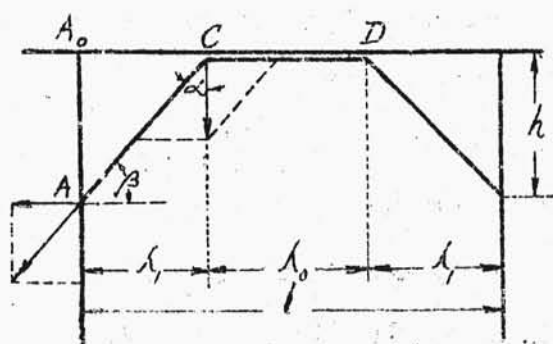
$C=D$ dla różnych położzeń ciężaru $P=1$ na przęśle; odkładając zaś te wielkości jako rzędne punktów, odpowiadających wspomnianym położeniom P , wykreślimy linię wpływu dla $C=D$; oczywiście, musimy przedtem zadać sobie jakieś określone m . - W niżej podanej tabelicy przytoczone są wartości tych rzędnych, o których mowa, - dla $m=\frac{1}{2}$, $m=\frac{3}{4}$ i $m=1$, przy zmieniającym się oo 0,2 stosunku k .

k	P w pierwszym przęśle			P w środkowym przęśle		
	$m=\frac{1}{2}$	$m=\frac{3}{4}$	$m=1$	$m=\frac{1}{2}$	$m=\frac{3}{4}$	$m=1$
0	0	0	0	0,5	0,5	0,5
0,2	0,112	0,116	0,119	0,62	0,57	0,55
0,4	0,221	0,228	0,234	0,680	0,607	0,572
0,6	0,324	0,332	0,338	0,680	0,607	0,572
0,8	0,418	0,424	0,429	0,620	0,571	0,548
1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

obciążeniu ciąglem musimy dla określenia C i D znaleźć pole figury, zakreślonej linją wpływu; musimy się tu uciekać do całkowania; oczywiście - dla celów, o które nam tu chodzi, - wystarczy podać wyniki. Są one następujące: przy $m = \frac{1}{2}$, $F = 0,89\lambda_0$; przy $m = \frac{3}{4}$ - $F = 0,98\lambda_0$; przy $m = 1$ $F = 1,1\lambda_0$, albo wyrażając λ_0 w funkcji l ; mamy dla powyższych 3 wypadków: 1/ $C = D = 0,445 pl$; 2/ $C = D = 0,392 pl$; 3/ $C = D = 0,367 pl$, rozumiejąc pod p wielkość obciążenia ciągłego na jednostkę bieżącą.

Skoro już mamy C i D , to z łatwością możemy określić siłę N , ściskającą rozpornicę, mianowicie /rys.121/: $N = C \operatorname{tg} \alpha = C \frac{\lambda_1}{h}$ albo = $= C \cdot \frac{m}{2m+1} \cdot \frac{l}{h}$, rozumiejąc pod $m = \frac{\lambda_1}{\lambda_0}$. Widzimy również, że parcie poziome na podporę

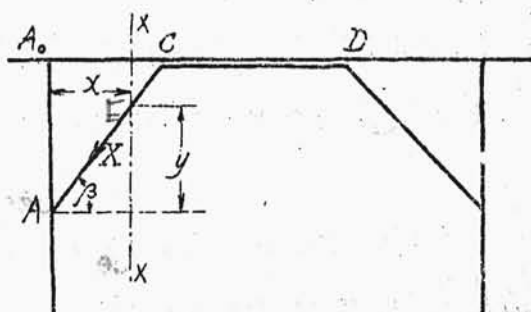
$$H = N = C \cdot \operatorname{tg} \alpha = C \frac{m}{2m+1} \cdot \frac{l}{h}$$



Rys.121.

Określimy teraz nacisk na słup jarzma. Gdyby nie było zastrzałów i rozpornicy, - to siła, o którą nam chodzi, równałaby się podporowej

reakcji od ciężaru P - dla zwykłej belki, swobodnie leżącej na 2 podporach; oznaczmy ją przez A . Ponieważ jednak część tego nacisku, równa mianowicie C , udziela się jarzmu dopiero w punkcie A , - to oczywiście na słup AA_0 działa tylko siła pionowa $V=A-C$; poniżej zaś gniecie już całkowita siła A .



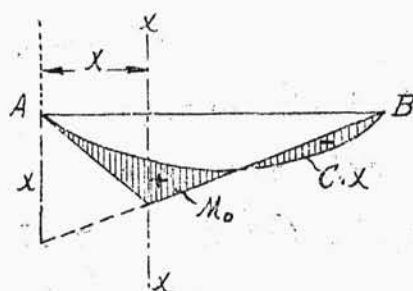
Rys. 122.

Przejdziemy teraz do obliczania samego dźwigara. Przeprowadźmy przekrój pionowy w odległości x od podpory A /rys.122/ i znajdziemy moment w tym przekroju, przypuszczając, że cała prawa

część konstrukcji jest odrzucona /rys.122/. Gdyby to była belka zwykła, to moment ten stanowiłby powiedzmy: M_0 , ale w danym wypadku mamy do czynienia jeszcze z jedną siłą, która tu występuje oprócz pionowej składowej odporu w A ; a mianowicie z parciem poziomym H , którego moment względem punktu przecięcia E przekroju $X-X$ z rozważaną częścią konstrukcji będzie się równał $H \cdot y$.

Moment ten jest ujemny, gdy moment sił pionowych jest w podobnym wypadku zawsze dodatnim. Zatem w rezultacie $M_x = M_o - H \cdot y$, ponieważ zaś $H = C \operatorname{ctg} \beta$ jak również $y = x \operatorname{tg} \beta$, to $H y = C x$, czyli $M_x = M_o - C x$. Okazuje się - po przeprowadzeniu prostego obliczenia, że dla pojedynczego ciężaru max. M_x w pierwszym /względnie ostatnim/ przęśle otrzymuje się dla takiego przekroju, którego odległość od lewej /względnie prawej/ podpory jest w następującym stosunku do λ_1 , - w zależności od wartości m , a mianowicie: przy $m = \frac{1}{2}$ — $K = \frac{x}{\lambda_1} = 0,659$; przy $m = \frac{3}{4}$ — $K = 0,608$; przy $m = 1$ — $K = 0,578$.

Interesujemy się max. M_x w obu skrajnych przęsłach a nie w środkowym, ponieważ w tem ostatnim-



Rys. 123.

moment jest znacznie mniej niebezpieczny, z tej racji, iż dźwigar jest tu wzmocniony rozpornicą. Określony zatem wyżej moment należy uznać za miarodajny

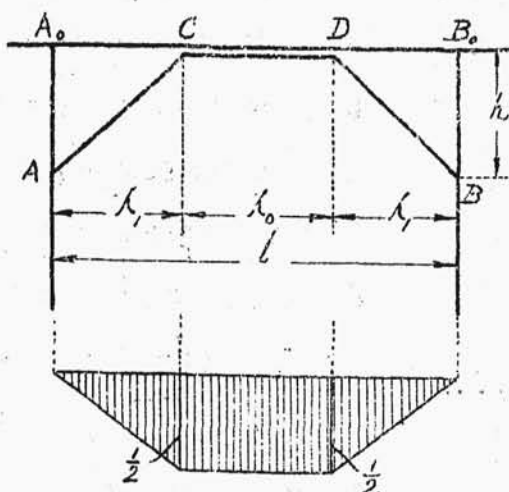
dla obliczenia dźwigara.

Jeżeli zamiast pojedynczego ciężaru mamy do

czynienia z pewną grupą tychże, - to okazuje się jednakże, że wynik co do max. M_x nie wiele się różni od wyżej podanego, zatem przytoczone cyfrowe dane pozostają w swej mocy.

Co do obciążenia ciągłego, - to dla wyliczenia właściwego momentu najlepiej jest uciec się znów do linii wpływu; otrzymujemy ją jako różnicę między linią wpływu M_0 /rys.123/ oraz linią zbudowaną dla C_x /korzystając ze znanych rzędnych dla C /; mnożąc powierzchnię wykreślonej w taki sposób figury przez p /jednostkowe obciążenie/, - otrzymamy żądany moment M_x .

Wszystkie powyższe wywody oparte były na przypuszczeniu, że belka jest ciągłą /zatem: nierozciętą w punktach C i D /. Gdyby jednak tak nie było, - to znaczy: gdyby należało uważać, że belka w punktach C i D jest rozciętą, - to w takim razie obliczenie będzie znacznie prostsze. Mianowicie, linia wpływu dla $C=D$ wykreśli się wtedy w sposób następujący: gdy ciężar $=1$ znajduje się w punkcie A , to jego oddziaływanie na punkt równa się oczywiście zeru /przy rozciętej głównej belce/; gdy zaś stanie w C , to wtedy - znów wskutek rozcięcia belki głównej - działanie



Rys. 124.

jego przenosi się wyłącznie na rozpor-
nicę z zastrzałami
i wskutek wiadomej
już właściwości tego
systemu /mianowicie,
że $C=D$ / ciężar roz-
kłada się po połowie
na C i D , tak że
w C będziemy mieli
nacisk, równy $1/2$;

dalej - na całej długości posuwania się ciężaru od
 C do D - nacisk powyższy pozostaje, oczywiście
wciąż równy $1/2$. W ten sposób otrzymujemy kontur
linji wpływu dla nacisku, jak wskazuje rys.124. -
Mając zaś to, z łatwością już wyliczymy wszystkie
wysiłki, jakie mają miejsce w różnych miejscach
zespołu, a mianowicie: $S = C \frac{s}{h}$; $N = H = C \frac{l_1}{h}$. $S = AC$
 $AA_0 = h$

Belkę samą - oczywiście - obliczamy jak zwykłą
belkę, swobodnie wspartą w punktach C i D , wzgl.
 A_0-C i $D-B_0$.

System belki, podpartej parą zastrzałów /rys.125/
stosuje się z powodzeniem nie tylko w mostach drogo-
wych, ale również i kolejowych, - dla rozpiętości, -