

jednak raczej  $P = d \cdot e \cdot \tau_2$ , stąd  $d$  lub  $e$ .

Zwykle  $d = \frac{1}{2} b$  (jak najmniejsze, ze względu na ułatwienie obrotu i wpływ naczeń drugorzędnych).

Ze względu na ścinanie w płaszczyznach ukośnych często oko eliptyczne ( $h > \frac{d_1}{2}$ ).

### OBŁICZENIE ŚRUB.

Rdzeń sworznia na ciągnięcie:

$$P = \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot \tau \text{ dla śrub rozciąganych osiowo.}$$

Rdzeń sworznia na ścinanie:

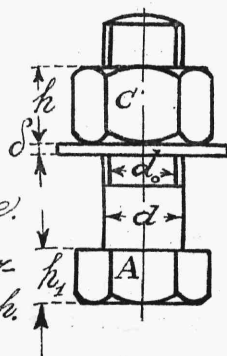
$$P = \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot \tau_1 \text{ dla śrub ścinanych poprzecznie.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Dla ścinania głowy (A)} \quad P = d \pi h_1 \cdot \tau_1 \\ \text{--- " --- naśrubka (C)} \quad P = d_o \pi h \cdot \tau_1 \end{array} \right\} \text{ dla śrub rozciąganych.}$$

stąd  $h_1$  i  $h$  praktycznie za małe, więc normalnie:

$$h_1 = 0,7 d \quad h = d$$

Inne wymiary śrub według skali WITWORTH.



RYŚ. 11.



## **C. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE.**

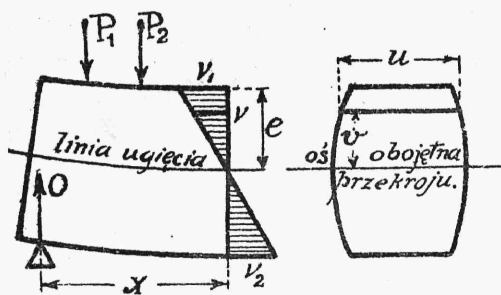
### OKREŚLENIA Z TEORJI BELEK.

a) Momentem zgięcia M w pewnym przekroju, oddalonym o  $x$  od lewej podpory nazywamy sumę algebraiczną momentów statycznych (ze względu na przekrój) wszystkich sił zewnętrznych, po lewej stronie przekroju działających, włącznie z oddziaływaniem podpory.

b) Siłą poprzeczną Q w pewnym przekroju nazywamy sumę algebraiczną sił zewnętrznych po lewej stronie przekroju włącznie z oddziaływaniem.

## RÓWNANIA ZASADNICZE.

### I. Związek napięć normalnych i momentów zgięcia.



rys. 12.

dla włókna  $v \dots v.J = M.v$ ,

dla włókien skrajnych:  $v.J = M.e$

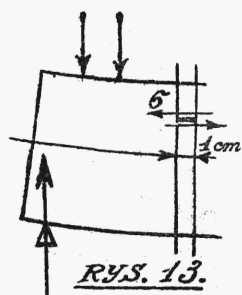
$J$  = moment bezwładności przekroju w  $\text{cm}^4$

$W = \frac{J}{e}$  = moment oporu przekroju w  $\text{cm}^3$

więc najw  $v = \frac{M}{W} = \tau$  (nat. dop.)

jest to wzór dla obliczenia przekr. belki.

### II. Związek napięć ścinających i sił poprzecznych.



rys. 13.

Siła ścinająca pozioma na 1 cm długości  
belki a na całkowitą szerokość  $u$ :  $G = \frac{Q.S}{J}$ ;

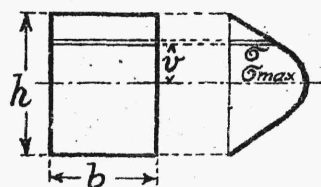
$S$  - moment statyczny części przekroju ponad włóknem ścinaniem, ze względu na oś obojętną,

$J$  - moment bezwładności całego przekroju belki.

Napięcie ścinające poziome na 1  $\text{cm}^2$  —  $G_1 = \frac{Q.S}{J.u}$

Napięcia normalne największe we włóknach skrajnych, najmniejsze ( $=0$ ) w osi obojętnej. Napięcie ścinające najmniejsze ( $=0$ ) we włóknach skrajnych, największe w osi obojętnej.

#### PRZYKŁADY. 1.) PROSTOKĄT.



rys. 14.

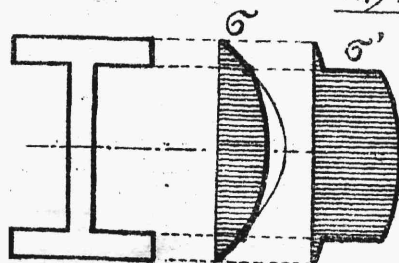
Rozkład  $G$  i  $G'$  według parabol.

$$G = \frac{6Q}{4h} \left[ \frac{1}{4} - \left( \frac{v}{h} \right)^2 \right]; \quad G' = \frac{G}{b};$$

$$G_{\max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{h};$$

$$G' = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{bh};$$

#### 2.) PRZĘKRÓJ I.



rys. 15.

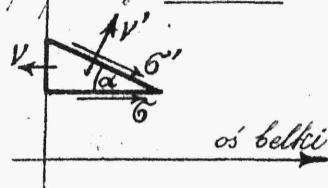
Linia  $G$  składa się z 2 parabol złaczonych. Linia  $G'$  - 2 parabole z przeskokiem wskutek zmiany szerokości.

Napięcia ścinające przenoszą się prawie w całości przez ściankę przekroju I.

## NATEŻENIA W KIERUNKACH UKOŚNYCH.

wewnątrz belki pracującej na zginanie.

pl. przekroju. RYS. 16.



W płaszczyźnie { nateżenie normalne ukośne  $V'$   
ukosnej działa : { — „ — ścinające ukośne  $G'$   
oba zmienne, zależne od kąta  $\alpha$  i  
od wartości  $V$  i  $G$ .

Dla  $\tan 2\alpha = -\frac{2G}{V}$  następuje  $\max V' = \text{nateżenie główne normalne}$ ; równocześnie  $G' = 0$ .

Dla  $\alpha + 90^\circ$  następuje  $\min V' = \text{nateżenie główne}$ .

Złożenie każdorazowych  $V'$  i  $G'$  dla różnych płaszczyzn ukośnych danego punktu daje ELIPSĘ NATEŻEŃ, której osie główne odpowiadają nateżeniom głównym.

LINIE NAJWIĘKSZYCH NATEŻEŃ. (szczegół w podręczniku).

Nateżenia główne w warstwach skrajnych są równe. nateżeniom normalnym (bo tam  $G=0$ ); obliczenie wymiarów belek odbywa się więc według nateżeń normalnych, a nie nateżeń głównych. Tylko zmiany przekroju n.p. przekroju I ze słupki w ściankę muszą się odbywać z uwzględnieniem nateżeń głównych (str. 196).

## DZWIGARY BLASZANE.

Wysokość ścianki  $h_1 = \frac{1}{12}$  do  $\frac{1}{15} l$ ; grubość ścianki 8 do 12 mm.

Obliczenie przekroju. Całkowity moment bezwładności przekroju:

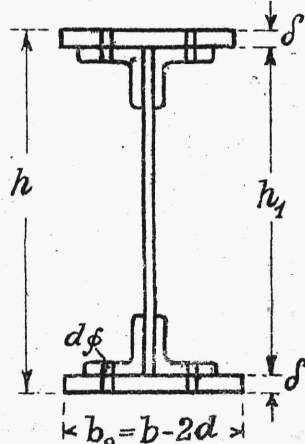
$$J = J_1 (\text{kątówek i ścianki}) + J_2 (\text{nakładek}).$$

$J_1$  — przez rozkład na prostokąty lub z tablic

$$J_2 = \frac{1}{12} b_0 (h^3 - h_1^3). \text{ Wstawiając } h = h_1 + 2\delta \text{ i}$$

wartość  $J$  w równanie  $\tau J = Me$ , otrzymamy potrzebną grubość nakładek:

$$\delta = \frac{M}{b_0 h_1 \tau} - \frac{2J_1}{b_0 h_1 (h_1 + 2\delta)};$$



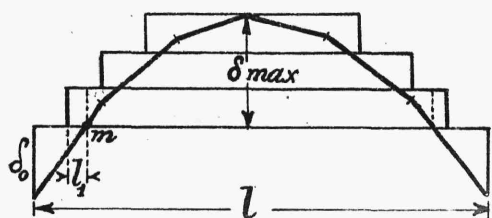
RYS. 17.

albo wzór przybliżony: 
$$\delta = \frac{M}{b_0 h_2 \tau} - \frac{2 J_1}{b_0 h_2^2};$$

Drugi człon ujemny daje grubość nakładki na podporze  $\delta_0$  (ujemną wobec nadmiaru materiału w  $J_1$ ).

Najpierw należy obliczyć  $\delta_{max}$  (w budownictwie nie więcej jak 40 do 60 mm!)

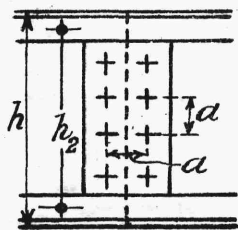
#### WYKRES GRUBOŚCI I DŁUGOŚCI NAKŁADEK.



RYS. 18.

Wykres grubości  $\delta$  jako linja łamana, poczem podział  $\delta_{max}$  na nakładki po 8 do 13 mm. Przedłużenie  $l_1$  poza teoretyczne końce prostokątów mieści całkowitą, albo tylko do połowy zredukowaną liczbę nitów, potrzebną do przyjęcia siły, przeniesionej przez nakładkę o przekroju użytecznym  $A_1 = b_0 g$ , a więc  $A_1 \tau = n \frac{\pi d^2}{4} \tau_1$  stąd  $n$  liczba nitów pionowych przeciętych,  $\frac{n}{2}$  - liczba szeregów. Przy odstępach nitów  $a$  będzie długość  $l_1 = \frac{n}{2} a$ , albo tylko  $\frac{l_1}{2}$  na lewo, a połowa na prawo od punktu teoretycznego  $m$ .

#### STYK ŚCIANKI W BELCE BLASZANEJ.



RYS. 19.

Odstęp nitów w przykładce (obliczenie dla dużej siły  $Q$ ).

dla 1 szeregu nitów z każdej strony styku

$$a = 1,41 \frac{d^2 h \tau_1}{Q}$$

dla 2 szeregów nitów z każdej strony styku

$$a = 2,83 \frac{d^2 h \tau_1}{Q}$$

Dla małej siły  $Q$  a wielkich wartości  $M$  oblicza się nity ze względu na momenty. Zwykle  $a = 4d$ .

Grubość ścianki  $g$  obliczamy ze względu na siłę

ściągając poziomą  $\sigma = \frac{QS}{J} = \frac{Q}{h^2}$  ( $h_2$  - odstęp środków ciężkości połówek przekroju;  $h_2 \approx 0,9h$ ) stąd  $q = \frac{2Q}{\tau h}$  (zwykle za małe; ze względów konstrukcyjnych przyjmuje się najmniej 8 mm.)

Odstęp nitów poziomych w kątówkach belki blaszanej obliczamy także na  $\sigma = \frac{QS}{J}$ ; Nity dwururciste, więc:  
 $\sigma \cdot a = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \tau_1 = \frac{QS}{J} \cdot a$ , stąd odstęp  $a = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\tau_1 d^2 J}{QS}$ , raczy jednak ze względu na ciśnienie na ściankę dziury:

$$\sigma \cdot a = d q \tau_2 = \frac{QS}{J} \cdot a, \text{ stąd } a = \frac{d q \tau_2 J}{QS};$$

Najmn.  $a = 2,5d$ ; najw.  $a = 6d$  do  $8d$ .

Nity pionowe (w nakładkach) w tych samych odstępach co poziome.

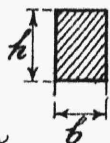
DŹWIGARY SKRZYNKOWE dwururcienne i trójścienne obliczają się tak samo jak blaszane.



rys. 20.

### DŹWIGARY DREWNIANE.

Belki prostokątne. Obliczenie według wzoru  $TJ = Me$   
 Moment oporu...  $\frac{J}{e} = W = \frac{bh^2}{6} = \frac{M}{\tau}$ , poczem przekrój z tablic dla potrzebnego  $W$ .



rys. 21

Dla belki prostokątnej z całego pnia okrągłego wyciosanej, najkorzystniejsze  $b:h = 5:7$ ;

Belki okrągłe lub z dwóch stron przyciosane mają w przybliżeniu:

$$\frac{J}{e} = W = \frac{d^3}{10}, \text{ stąd potrzebne } d.$$



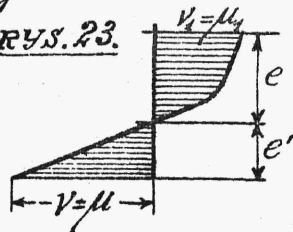
rys. 22.

DŹWIGARY DREWNIANE ZŁOŻONE (zazębione, klinowane i t.d.) należą do budowy mostów.

NATEŻENIA ZGINAJĄCE PO PRZEKROCIENIU GRANICY SPRĘ-  
ŻYSTOŚCI.

Wzór  $VJ = Mv$  stosuje się tylko do grani-  
cy sprężystości. Przy rosnącym obciążeniu następuje in-  
ny rozkład nateżeń. Oś obojętna przesuwa się. W chwili

RYS. 23.



li złamania będzie dla belek drewnia-  
nych:  $\mu_2 = \frac{Me}{J}$  „spółczynnik wytrzyma-  
łości na złamanie”, przy czym  $\mu_2 = 0,7\mu$   
na ciągnięcie, a  $\mu_2 < \mu_1$  na ciśnienie.

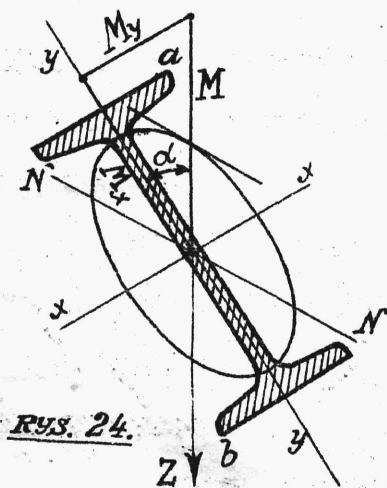
Spółcz. wytrzym. na złamanie jest dla drewna warto-  
ścią średnią między  $\mu$  a  $\mu_2$ . Przytem...  $e' = 0,4h$ .

Dla żelaza łanego według BACHA: Spółczynnik  
 $\mu_2$  przewyższa wartość  $\mu$  na ciągnięcie tem więcej, im  
bardziej skupiony jest materiał około osi obojętnej (str. 220).

Podobne warunki otrzymał BAUSCHINGER dla żela-  
za zlewnego i stali ( $\mu_2 > \mu$ ).

Dla materiałów bez granicy sprężystości (żelaza  
łanego, kamienia, i betonu) nie stosuje się prawo Hoo-  
ka zupełnie; zamiast niego wprowadził BACH prawo  
potęgowe:  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{v^m}{E}$  ( $m = 1,05$  do  $1,2$ ).

BELKI UKOŚNIE OBCIĄŻONE.



RYS. 24.

Jeżeli obciążenie  $Z$  nie działa w  
płaszczyźnie osi głównych przekroju,  
rozkładamy moment zgięcia  $M$  na  
momenty składowe w kierunku osi  
głównych i sumujemy częściowe  
nateżenia. Największe nateżenie  
w krawędziach  $a$  i  $b$ :

$$\text{najw. } V = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$



Os' NN, sprzężona z kierunkiem Z, będzie osią obojętną na teżeń. Obliczenie przekroju: 1) przez próby: przyjmując przekrój i wyznaczając najw.  $V < T$ , 2) wprost za pomocą stosunku  $c = \frac{W_x}{W_y}$ , znanego choćby w przybliżeniu z tablic, według wzoru: potrzebne  $W_x = \frac{M_x + c M_y}{T}$

### LINJA UGIĘCIA BELKI.

Os' podłużna belki po ugięciu nazywa się linją ugięcia, o zmiennym promieniu krzywizny  $R$ .

Równanie zasadnicze:  $\epsilon J = M R$ .

Po wstawieniu za  $R$  wartości otrzymamy:  $\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{\epsilon J}$  równanie różniczkowe linii ugięcia, albo:

$$\epsilon J \frac{d^2 y}{dx^2} = -M, \text{ przy czym } M = f(x).$$

Stąd przez dwukrotne całkowanie - równanie linii ugięcia i wartość największa  $f$  (strzałka zgięcia).

Stale całkowania wyznaczamy z danych wartości skrajnych, albo z porównania wartości współbnych dla punktów pośrednich (przykład str. 234, zasady str. 239).

Jeżeli ogólne warunki równowagi wystarczą dla wyznaczenia oddziaływań i momentów podporowych, będzie to belka statycznie wyznaczalna (wyznaczalność stat. zewnętrzna).

Dla belek statycznie niewyznaczalnych służy właśnie badanie linii ugięcia do wyznaczenia niewiadomych podporowych. Obliczamy je w ten sam sposób jak stałe całkowania, tylko staramy się ustawić więcej równań stosownie do powiększonej liczby niewiadomych.

WYKRESLNE wyznaczenie ugięcia belki według zasady MOHRA: Linja ugięcia jest linią sznurową, dla której wykreslenia przyjęto powierzchnię momentów.

jako pow. obciążenia, a odl. biegunowa =  $\epsilon J$ , względnie  $\frac{\epsilon J}{n}$ , aby dostać rzędne linii ugięcia w naturalnej wielkości (1:n jest skalą wykresu belki).

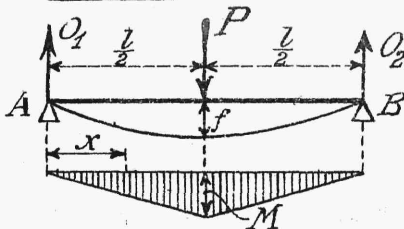
Przy zmiennym momencie bezw.  $J$  zmienia się odl. biegunowa, jednak w ten sposób, że nowy biegun leży na wspólnym promieniu (str. 248-249).

### ZESTAWIENIE WYNIKÓW

#### DLA TYPOWYCH BELEKI OBCIĄŻEN.

##### A. BELKI STATYCZNIE WYZNACZALNE.

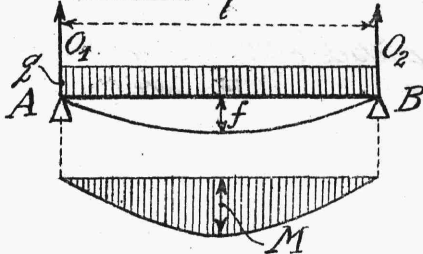
RYS. 25.



$$Q_1 = Q_2 = \frac{P}{2}; \quad \text{najw. } +M = \frac{Pl}{4};$$

$$M_x = \frac{Px}{2}; \quad \underline{f = \frac{Pl^3}{48\epsilon J} = 0,0208 \frac{Pl^3}{\epsilon J}};$$

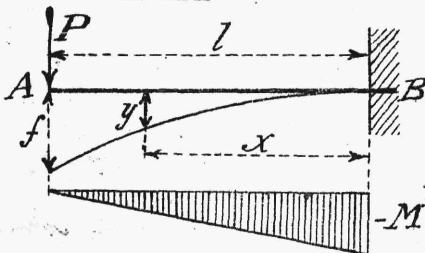
RYS. 26.



$$Q_1 = Q_2 = \frac{ql}{2}; \quad \text{najw. } +M = \frac{ql^2}{8};$$

$$M_x = \frac{1}{2}qx(l-x); \quad \underline{f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{\epsilon J} = 0,013 \frac{ql^4}{\epsilon J}};$$

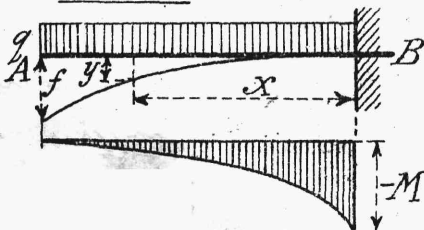
RYS. 27.



$$Q = P; \quad \text{najw. } (-M) = -Pl;$$

$$M = -P(l-x); \quad \underline{f = \frac{1}{3} \frac{Pl^3}{\epsilon J} = 0,333 \frac{Pl^3}{\epsilon J}};$$

RYS. 28.



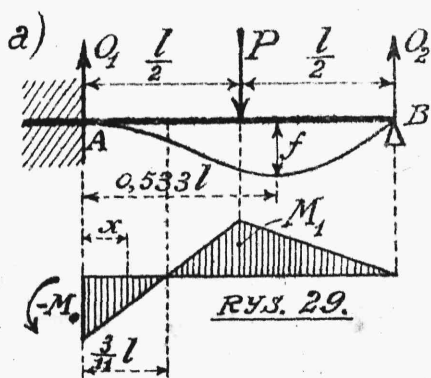
$$Q = P; \quad \text{najw. } (-M) = -\frac{ql^2}{2};$$

$$M_x = \frac{q(l^2-x^2)}{2}; \quad \underline{f = \frac{1}{8} \frac{ql^4}{\epsilon J}};$$



B. BELKI STATYCZNIE NIWYZNACZALNE.

BELKA JEDNYM KONCEM W MUROWANA, A DRUGIM - PODPARTA.



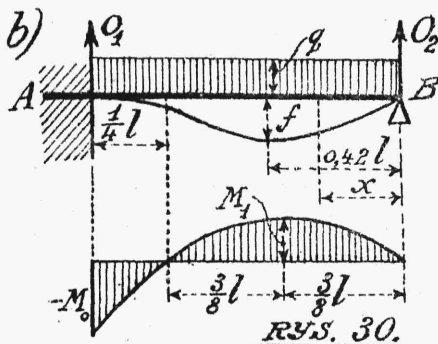
$$M_x = M_0 + Q_1 \cdot x;$$

$$Q_1 = \frac{11}{16} P;$$

$$Q_2 = \frac{5}{16} P; \quad f = \frac{1}{107} \frac{Pl^3}{EJ} = 0,0093 \frac{Pl^3}{EJ}$$

$$M_0 = -\frac{3}{16} Pl; \quad \text{dla } x = 0,533l;$$

$$M_1 = +\frac{5}{32} Pl;$$



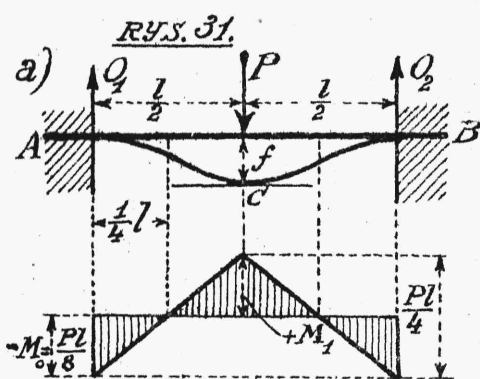
$$M_x = Q_2 \cdot x - \frac{1}{2} q x^2; \quad \max. +M = \frac{9}{128} q l^2;$$

$$Q_2 = \frac{3}{8} q l; \quad \text{dla } x = \frac{3}{8} l;$$

$$Q_1 = \frac{5}{8} q l; \quad M = 0, \text{ dla } x = \frac{3}{4} l;$$

$$M_0 = -\frac{1}{8} q l^2; \quad f = \frac{1}{185} \frac{q l^4}{EJ} = 0,0054 \frac{q l^4}{EJ};$$

BELKA OBU KONCAMI POZIOMO UTWIERDZONA.

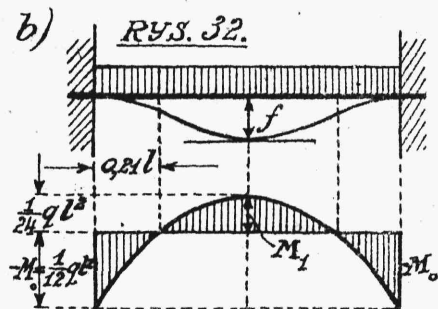


$$Q_1 = Q_2 = \frac{P}{2}; \quad f = \frac{1}{192} \frac{Pl^3}{EJ} = 0,0052 \frac{Pl^3}{EJ};$$

$$M_0 = -\frac{Pl}{8}; \quad \max +M = +\frac{Pl}{8}$$

Ugięcie 4 razy mniejsze niż dla belki wolno podp.

Środek połowa belki dla siebie w równowadze, bo obie styżne A, C - przeciwne; musi być więc dla niej dodatnia powierzchnia momentów równa ujemnej; stąd wynika  $M_0 = M_1$ ; ponieważ zaś  $M_0 + M_1 = M$  dla belki wolno podpartej  $= \frac{Pl}{4}$ , więc dla a):  $M_0 = M_1 = \pm \frac{Pl}{8}$ .



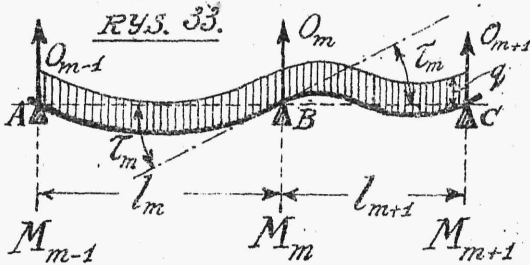
$$b) \quad Q_1 = Q_2 = \frac{ql}{2}; \quad f = \frac{1}{384} \frac{q l^4}{EJ} = 0,0026 \frac{q l^4}{EJ};$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_0 = -\frac{1}{12} q l^2; \\ \max +M = +\frac{1}{24} q l^2; \end{array} \right. \quad \text{Ugięcie 5 razy mniejsze niż dla belki wolno podparte}$$

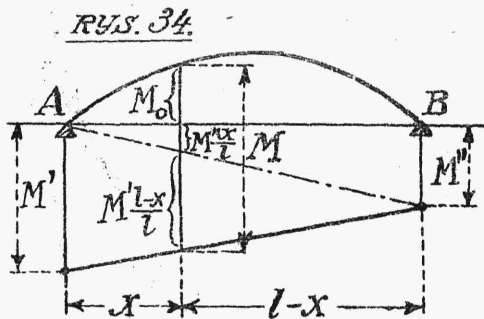
ze względu na wyrównanie powierzchni paraboli.

# BELKA CIĄGŁA.

Belka ciągła  $n$ -przęsłowa jest zewnętrznie statycznie niewyznaczalną  $(n-1)^{\text{go}}$  rzędu. Niewiadome: momenty podporowe na  $(n-1)$  podporach pośrednich (na 2 podp. skrajnych  $M=0$ ). Do wyznaczenia ich służy  $(n-1)$  równa.



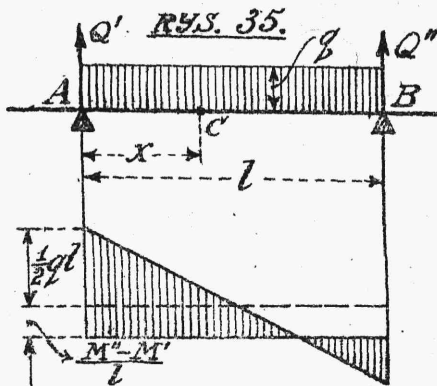
CLAPEYRONA (dla belki o jedno-  
stajnym obciążeniu zupełnym,  
$$M_{m-1}l_m + 2M_m(l_m + l_{m+1}) + M_{m+1}l_{m+1} =$$
  
$$= -\frac{1}{4}q(l_m^3 + l_{m+1}^3).$$



Do wyznaczenia momentów w dowolnym miejscu  $M^{\text{go}}$  przęścia służy równanie:

$$M_x = M' \frac{l-x}{l} + M'' \frac{x}{l} + \frac{1}{2} q x (l-x).$$

$M'$  i  $M''$  są dane momenty podporowe tego przęścia.



Sily poprzeczne na podporach.

$$Q' = \frac{1}{2}ql + \frac{M'' - M'}{l};$$

$$Q'' = -\frac{1}{2}ql + \frac{M'' - M'}{l};$$

stąd  $Q$  w dowolnym miejscu:

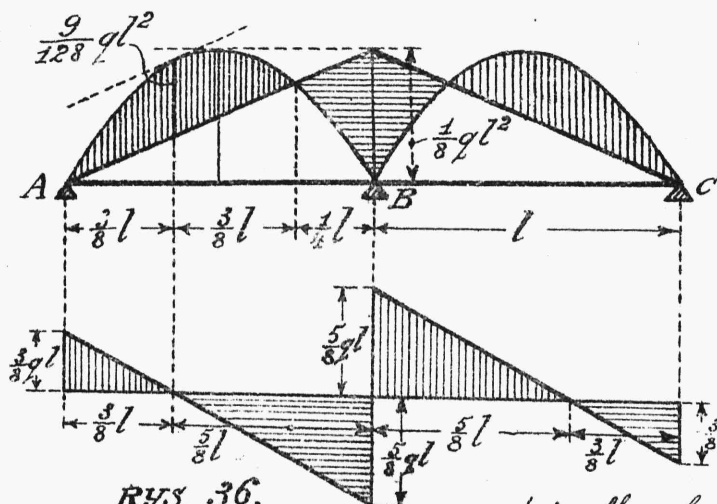
$$Q = Q' - qx \text{ albo } Q = Q_0 + \frac{M'' - M'}{l}.$$

$Q_0, M_0, \dots$  siła poprzeczna i moment dla „układu zasadniczego” t.j. belki wolno podpartej o rozpiętości  $l = l_m$  i tem samym obciążeniu

$$Q_0 = \frac{1}{2}ql - qx,$$

$$M_0 = \frac{1}{2}qx(l-x).$$

# BELKA CIĄGŁA DWUPRZESŁOWA.



RYS. 36.

Obciążenie jednostajne  
zupełne  $q$  kg/m.

Momenty.

$$M_0 = M_2 = 0;$$

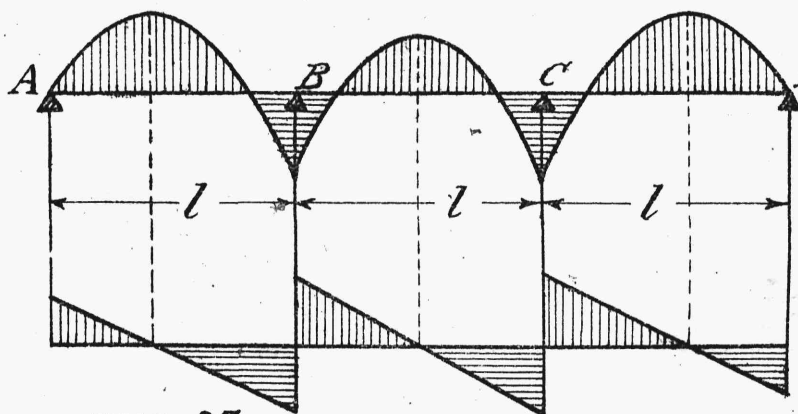
$M_1 = -\frac{1}{8}ql^2$  ... jak dla  
belki wolno podpar-  
tej; w środku przęsła;  
nie ma więc oszczędno-

ści dla belki ciągłej o przekroju  
stałym. Na 1. przęsle:  $M_x = -\frac{1}{8}qlx + \frac{1}{2}qx(l-x)$ ; (linia pro-  
sta + parabola). dla  $x = \frac{3}{8}l$  —  $\max(+M) = \frac{9}{128}ql^2$ ,  
dla  $x = \frac{3}{4}l$  —  $M = 0$ ;

Sily poprzeczne.  $Q' = +\frac{3}{8}ql$  } dla pierwszego przęsła; syme-  
 $Q'' = -\frac{5}{8}ql$  } trycznie w przęsle drugim.

- Wskutek tego suma oddziaływań na podporze średniej:  
 $Q_1 = \frac{5}{4}ql$  (o 25% więcej niż przy obu przęsłach wolno podpartych).

# BELKA CIĄGŁA TRÓJPRZESŁOWA.



RYS. 37.

Dla równych  
przęsł będzie:

$$Q_0 = Q_3 = 0.4ql$$

$$Q_1 = Q_2 = 1.1ql$$

najm.  $M = -0.1ql^2$  na  
środkach podporach,  
najm.  $+M = +0.08ql^2$   
w skrajnych przęsłach.

Oszczędność w przekroju belki wynika z porównania war-  
tości  $\frac{1}{10}ql^2$  wobec  $\frac{1}{8}ql^2$  dla belki wolno podpartej.

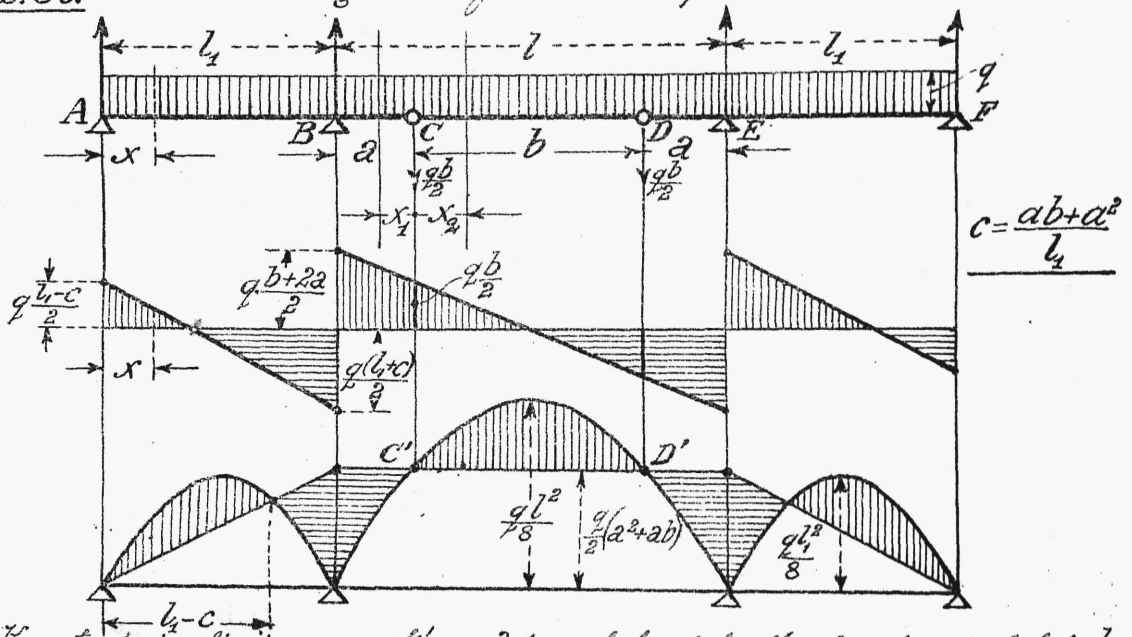
# BELKA CIĄGŁA PRZEGUBOWA

jest statycznie wyznaczalna, gdy w belce  $n$ -przęsłowej wprowadzimy  $(n-1)$  przegubów; każdemu przegubowi odpowiada warunek  $M=0$ . Trzy typowe ustroje:

1. Belki jednostronnie wystające, w środku część wisząca.

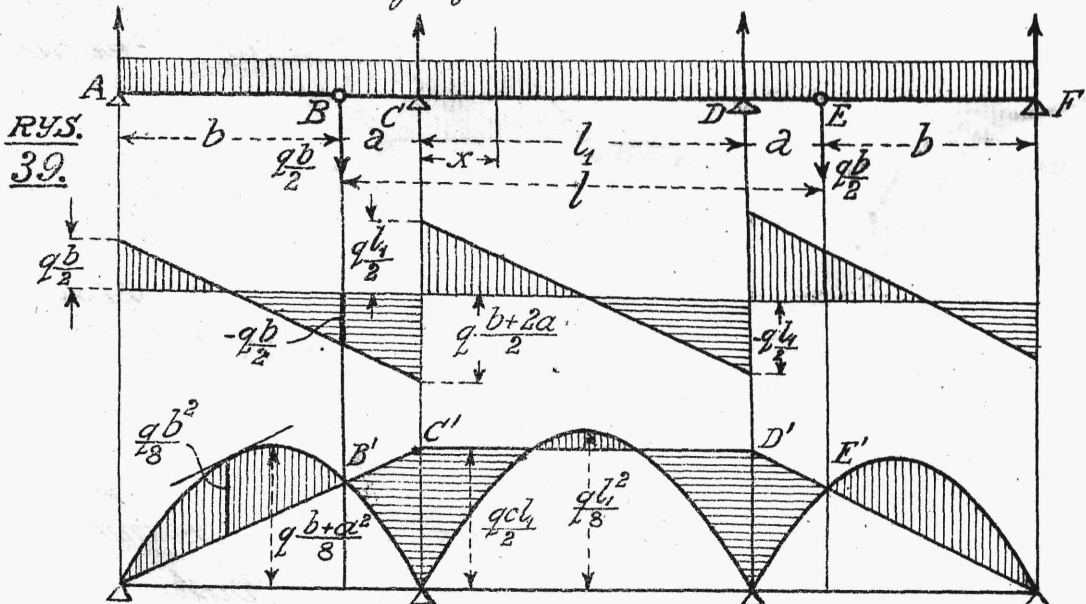
RYS. 38.

*Obciążenie jednost. rozpr.*

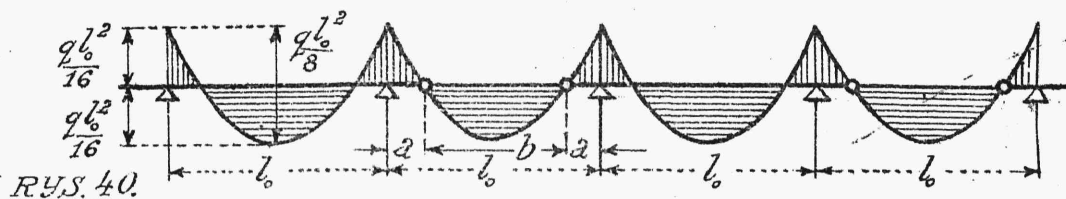


Konstrukcja linii momentów: 3 parabole jak dla 3 wolnych belek  $l_1$ ,  $l$ ,  $l_1$ ; potem rzut przegubów na parabole daje punkty C' i D'.

2. Belka obustronnie wystająca z bocznymi częściami wiszącymi.



### 3. Belki obustronnie wystające naprzemian z wiszącymi.



RYS. 40.

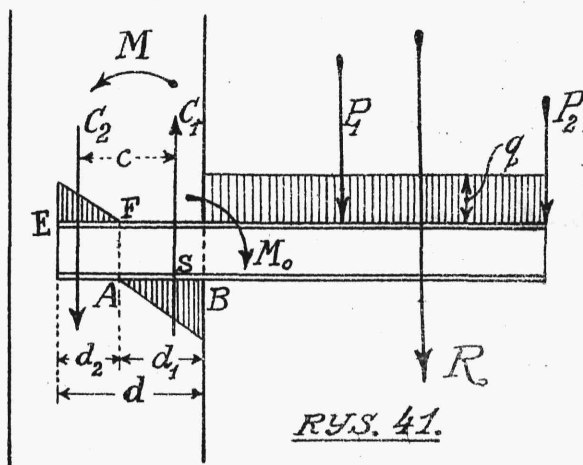
Układ najkorzystniejszy: dla równych momentów dodatnich i ujemnych. Nastąpi to dla  $a = \frac{1}{7}l$ ,  $b = \frac{5}{7}l$ .

najw.  $M = \pm \frac{1}{16} q l^2$  przy obciążeniu jednost. zupełnem  $q$ .

Oszczędność o połowę w porównaniu z belką wolno podpartą.

### BELKA WSPORNIKOWA

(jednym końcem utwierdzona).



RYS. 41.

Moment utwierdzenia w punkcie podparcia S, dany od strony obciążenia, musi być zrównoważony ciężarem  $C_2$ .

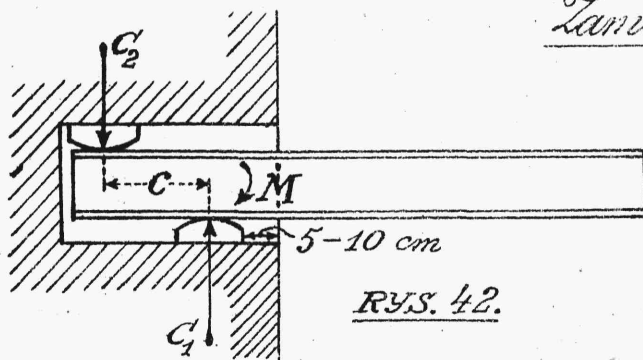
$C_2 \cdot c = M$ , dla  $1\frac{1}{2}$ -krotnej pewności  $C_2 \cdot c = 1,5M$ , stąd  $C_2$ ; przytem  $c = \frac{2}{3}d$  dla natężeń w murze według szkicu.

$C_1 = C_2 + \text{suma obciążeń zewnętrznych } R$ .

### Zamurowanie na płytach.

$c$  - dane ściśle odstępem środków płyt.

Pod płytami nałożenie jednostajne.

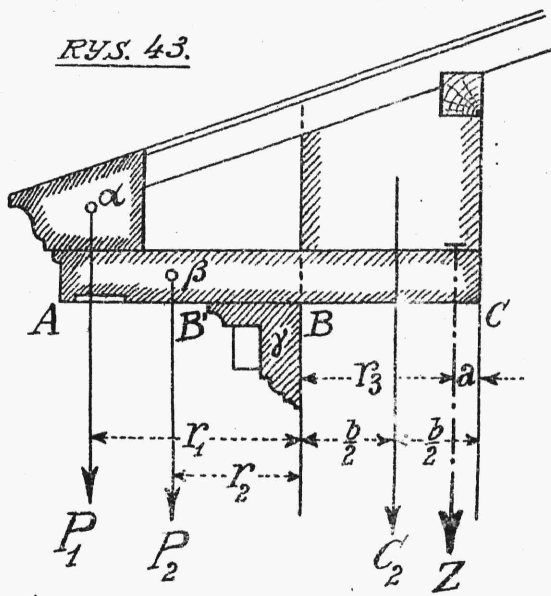


RYS. 42.

# OBLICZENIE GZYMŚÓW

jako przykład belki wspornikowej.

RYS. 43.



Dla  $n$ -kątnej pewności  
( $n=1,5$  do 2):

$$n(P_{11} + P_{22}) = C_2 \cdot \frac{b}{2} + Z r_3;$$

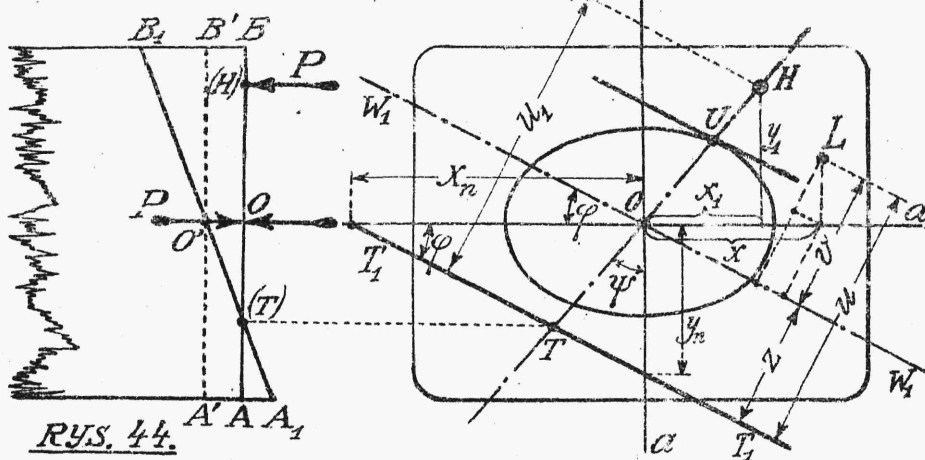
$Z$  = ciągnięcie w kotwie i ciężar muru chwyconego.



## D. WYTRZYMAŁOŚĆ ZŁOŻONA NA ZGINANIE I CIĄNIENIE LUB CIŚNIENIE.

Występuje przy działaniu mimośrodkowem siły  $P$  na przekrój słupa, co da się zastąpić siłą osiową  $P$  i momentem  $P \cdot c$ . Napięcia złożą się z ciśnienia jednostajnego

$v_1 = \frac{P}{A}$  i napięć zginających  $v_2 = \frac{Mv}{J_w}$  około osi  $W_1 W_1$ , sprzę-



żonej ze siłą osiową  $P$  i momentem  $P \cdot c$ . Napięcia zginające wystąpią oś obojętna

RYS. 44.