

## VII. DACHY ŻELAZNE

### § 21. Ogólny ustrój dachów żelaznych

Na ścianach zewnętrznych opiera się więzary główne w odległościach  $a = 3,5$  do  $6,0$  m (zwykle około  $4,0$  m dla płatwi zwykłych, około  $5,0$  m dla płatwi przegubowych; (fig. 136). Rozpiętość podporowa wynosi  $l = l_0 + m$ , gdzie  $m$  wynosi co najmniej  $40$  cm, zwykle  $60$  i więcej, w zależności od rodzaju więzara i łożysk.

Na węzłach górnych więzarów opierają się płatwie, a na płatwiach krokwie, zwykle drewniane, w odstępach około  $1,00$  m; dla krycia betonem krokwie żelazne w odstępach  $1,0 - 1,5$  m; dla krycia szkłem krokiewki zw. również żelazne (szczeble, szyny), w odstępach  $0,5 - 0,8$  m. Pokrycie dachowe spoczywa na krokwiach.

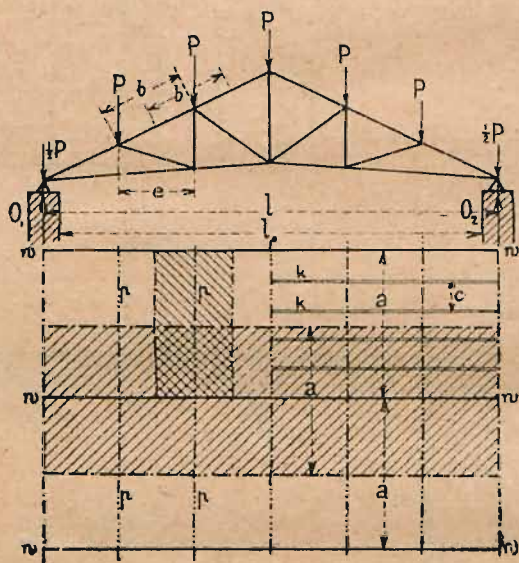


Fig. 241.

Więzary żelazne łączy się z sobą zwykle po dwa zapomocą tężników (wiatrownic) połączonych, a nadto tężnikami (wiatrownicami) pionowymi.

Obliczając dach żelazny, wyznacza się najpierw wymiary krokwi, potem płatwi, wreszcie więzarów. Tężników nie oblicza się, chyba dla bardzo wielkich dachów.

Najczęściej stosujemy w budownictwie żelaznym więzary dachowe, statycznie wyznaczalne, a z pomiędzy tych przede wszystkim:

a) belki kratowe na dwóch podporach; posiadają one jedno łożysko stałe, drugie ruchome; ilość  $p$  prętów więzara dla belek statycznie wyznaczalnych wynosi:

p = 2 w - 3 . . . . . 42

gdzie  $w$  jest ilością węzłów:

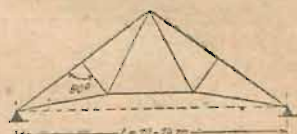
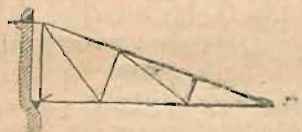
b) belki kratownicowe wspornikowe, oparte na jednym łożysku (stałym), w drugim zaś miejscu ustalone w ścianie kotwą (= łożysko ruchome); ilość prętów dla belek statycznie wyznaczalnych  $p = 2$  w — 3 (fig. 242);

c) rzadziej używane belki łukowe trójprzegubowe, ciągłe przegubowe i t. d., o których tu mówić nie będziemy.

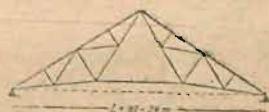
## § 22. Projektowanie dachów żelaznych

Przedewszystkiem rozmieszcza się więzary główne w odległościach 4–6 m, w zależności od filarów ściennych budynku i t. p. warunków.

Następnie należy określić zarys więzara. Łożyska dachu, podpartego na słupach, leżą w osi słupów; brzegi ło-



żysk na murach odsunięte są o 10–15 cm od wewnętrznej ściany, a zatem osi łożysk o około 30 cm od tejże.



wieżara (zw. w środku) zależy od przyjętego spadku pokrycia. Dla dachów o znacznym spadku wysokość tę łatwo otrzymamy, wychodząc od punktu przecięcia pasów górnego i dolnego w węźle podporowym; natomiast dla małych pochyłeń należy przyjąć narożnik (słup podporowy) pionowy, którego wysokość jest tem większa, im dach jest mniej stromy i im większa jego rozpiętość. Dla małych pochyłeń



przyjmuje się często wysokość narożnika około  $0,5 h$ , gdzie  $h$  jest wysokością w środku.

Jeżeli dach ma być częściowo oszklony (por. str. 125), można:

- a) nałożyć na dach oszkloną latarnię (fig. 248);
- b) zastosować w dachu oświetlenie boczne (fig. 367), co jest wogóle lepsze, choć droższe;
- c) dać oświetlenie poprzeczne (fig. 368 i 369).

Rozmieszczenie kraty zależy w pierwszym rzędzie od odstępów płatwi, który równy jest odstępowi węzłów pasu górnego. Wynosi on  $2-3$  m i zazwyczaj pozostaje stały na całej długości więzara; wtedy najwygodniej zastosować układ kraty angielski (fig. 245), Polonceau (fig. 244, 246), belgijski (fig. 247) i podobne. Czasem (z powodu latarni i t. p. powodów) musimy w części dachu zmienić odstęp węzłów; wtedy staramy się przynajmniej pozostawić go stałym na części pozostałej. Zmieniamy również odstęp węzłów, jeżeliby przekątnie przecinały się z pasami pod zbyt ostrym kątem (poniżej  $30^\circ$ ) w skrajnych częściach.

Latarnie najlepiej zastosować niezwiązane z zasadniczym więzarem; wtedy oblicza się tylko ich działanie na odpowiednie węzły dachowe.



Fig. 247.

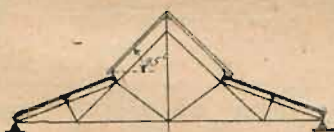


Fig. 248.

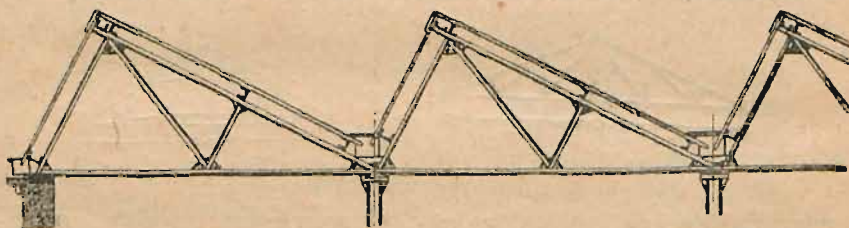


Fig. 249.

Dachy schodkowe (fig. 249), używane najczęściej w warsztatach, dla uzyskania dobrego oświetlenia, posiadają jedną ścianę oszkloną, zwykle prostopadłą do drugiej części pokrycia dachowego, rzadziej pionową. Dziś zwolna wychodzą z użycia.

Dachy jednospadkowe (pulpitowe) buduje się tam, gdzie woda może odpływać tylko w jedną stronę (fig. 250–251).

Dachy wystające (fig. 252) spotyka się zwykle na dworcach kolejowych i na magazynach. Mogą one posiadać w środku pomiędzy podporami wysokość równą wysokości

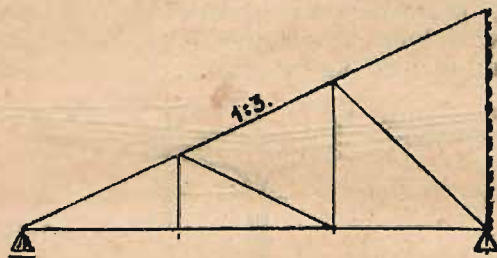


Fig. 250.



Fig. 251

na podporach, a nawet mniejszą, zależnie od długości ramion wystających.

Dachy wspornikowe mogą być przytwierdzone do słupów (fig. 253, 254) lub też zakotwione w murze (fig. 249 i 255). W pierwszym razie wsporniki są obustronne.

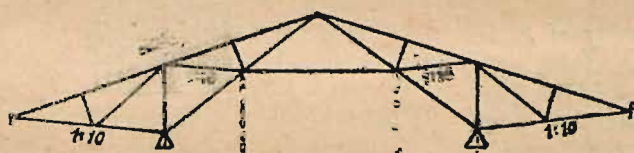


Fig. 252.

Przy dachach wspornikowych zawieszonych w murze pamiętać należy, aby zakotwienie ich było pewne, albo, aby utwierdzone były do odpowiednio stałej konstrukcji innej.

### § 23. Obciążenie dachu

#### a) Ciężar stały:

Ciężar własny pokrycia należy przyjąć wedle tablic. Ciężar płatwi i tężników wynosi 10 do 15 kg/m<sup>2</sup> połaci dachu. Ciężar własny więzów dachowych wynosi dla dachów lekkich 15–20 kg/m<sup>2</sup>, dla ciężkich 20–30 kg/m<sup>2</sup> rzutu



b) Ciężar śniegu  $s$  poleca przyjmować rozporządzenie M. R. P. (§ 6) przepisów obliczenia konstrukcji w budownictwie lądowym) w następujących wielkościach:



Fig. 253.

w województwach: pomorskiem, poznańskim, warszawskim, łódzkim, kieleckim, lubelskim, krakowskim i śląskiem  $s = 60 \text{ kg/m}^2$  rzutu;

w województwach: nowogrodzkim, wileńskim, białostockim, poleskim, wołyńskim, lwowskim, tarnopolskim i stanisławowskim  $s = 80 \text{ kg/m}^2$  rzutu; w okolicach

górskich ponad 400 m wysokości nad poziom morza  $s = 80 + 0,12(h - 400) \text{ kg/m}^2$  rzutu, gdzie  $h$  jest wysokością danej miejscowości nad poziom morza. Np. dla miejscowości, położonej na wysokości 650 m n. p. m. należy przyjąć  $s = 80 + 0,12 \times 250 = 80 + 30 = 110 \text{ kg/m}^2$  rzutu.

Przepisy M. R. P. powiadają dalej:

§ 6. 2. Dla pochyłości dachów większych niż  $35^\circ$  należy wielkość obciążenia śniegiem, obliczoną wedle powyższego zredukować, mnożąc ją współczynnikiem  $\alpha$ , który wynosi:

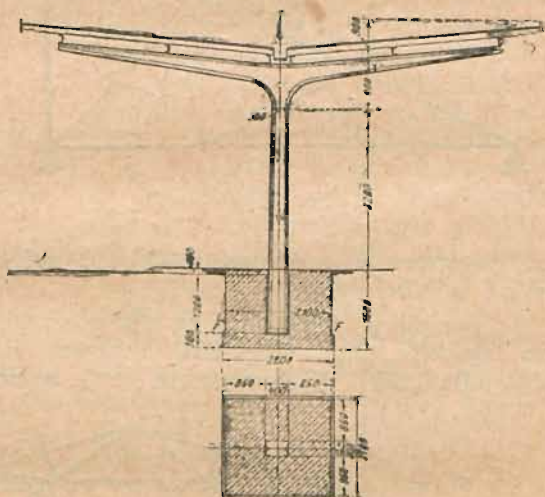


Fig. 254

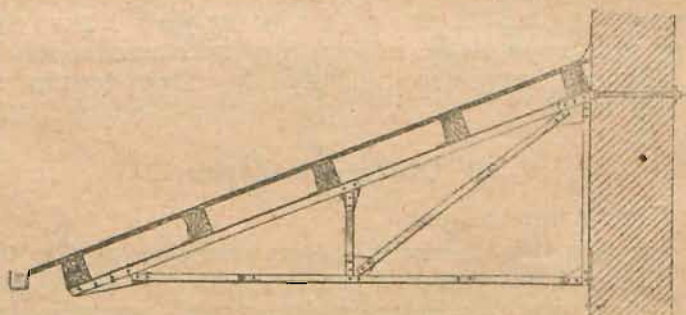


Fig. 255.

dla  $30^\circ$  ,  $a = 1,0$

„  $40^\circ$  ,  $a = 0,5$

„  $45^\circ$  ,  $a = 0,0$

Wartości pośrednie interpolować linjowo. Dla pochylenia ponad  $45^\circ$  obciążenie śniegiem można nie uwzględniać. (Punkt ten dotyczy np. świetlni dachowych i t. d.).

3. Przy obliczeniu należy uwzględnić możność tworzenia się worków śnieżnych we wgłębionych częściach dachu.

4. Należy uwzględnić możliwość całkowitego lub jednostronnego obciążenia śniegiem.

c) Parcie wiatru uwzględnia się, biorąc tylko składową  $n$  tegoż, prostopadłą do powierzchni dachu. Dawniej przyjmowano ją zwykle o wielkości

$$n = w_0 \sin(a + 10) \dots \dots \dots 43$$

przyczem przyjmowano kierunek parcia pod  $\angle 10^\circ$  do poziomu (i wedle tej wielkości obliczony jest też nasz przykład); obecnie wedle rozp. M. R. P. przyjmować należy parcie wiatru poziome, a tem samem składową  $\frac{1}{2}$  do pow. dachu oblicza się wedle wzoru:

$$n = w_0 \sin a \dots \dots \dots 44$$

We wzorach powyższych  $a$  jest kątem pochylenia dachu.

Wielkości  $w_0$  poleca przyjmować M. R. P. wedle następującej tablicy:

w miejscach zastłoniętych  $50 \text{ kg/m}^2$

odstłoniętych

do 15 m wysokości  $100 \text{ kg/m}^2$

w miejscach odstłoniętych

ponad 30 m wysokości  $130 \text{ kg/m}^2$

Dla wysokości między 15 m a 30 m należy interpolować wedle linii prostej.

Np. dla wysokości 20 m przyjąć należy  $110 \text{ kg/m}^2$ . Jeżeli dach znajduje się w granicach między 15 a 30 m, wystarczy dla całej jego wysokości przyjmować wielkość parcia stałą, równą maksymalnej, aby nie utrudniać rachunku. Jeżeli np. rzut dachu mieści się między 21 m a 25 m, wystarczy dla wszystkich węzłów tegoż przyjmować parcie, odpowiadające wysokości 25 m (tj.  $120 \text{ kg/m}^2$ ).

Dla budynków, narażonych na szczególnie silne wiatry (wybrzeże morskie, góry itd.), należy powyższe wartości zwiększyć o 50%.

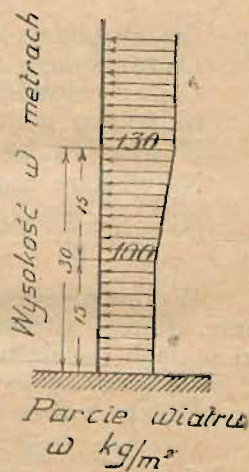


Fig. 255 a.



Dla nachyleń dachu  $\alpha < 10-11^\circ$  ( $\operatorname{tg} \alpha < 1/5$ ) można uwzględnić tylko składową pionową parcia wiatru i włączyć ją do obciążeń pionowych. O ile takie dachy mogą być obciążone przez ludzi (terasy i t. d.), należy przyjąć obciążenie  $250 \text{ kg/m}^2$ .

d) Ciężar człowieka (skupiony)  $P = 80 \text{ kg}$  przyjmuje się przy obliczeniu krokwi, niekiedy i płatwi. Nieraz bierzemy dla uproszczenia  $P = 100 \text{ kg}$ , uwzględniając tem samem ciężary, jakiby człowiek mógł z sobą wziąć. Przepisy M. R. P. powiadają w § 5. 5:

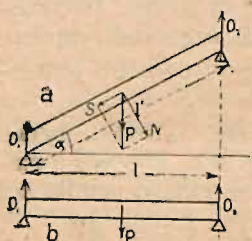


Fig. 256.

Obliczenie pokrycia dachu w miejscach, na których może stanąć człowiek, należy przeprowadzić: a) na ciężar śniegu i wiatru; b) na ciężar skupiony człowieka z narzędziami ( $100 \text{ kg}$ ) i uwzględnić niekorzystniejsze z obu obciążeń.

## § 24. Obliczenie i konstrukcja krokwi

Ciężar pokrycia na jedną krokiew:  $G = g b c \text{ kg}$

Ciężar śniegu:  $S = s e c \text{ kg}$

Ciężar człowieka:  $P = 100 \text{ kg}$

Składowa wiatru prostopadła do połaci dachu:

$N = n b c \text{ kg}$  (na rys. 256  $l = b$ ).

Największe naprężenie w krokwi:

$$\sigma = \frac{(G + S + P) \sin \alpha}{F} + \frac{[(G + S + 2P) \cos \alpha + N] b}{8 W} \quad . . . \quad 45$$

Wyras pierwszy we wz. 40 ma wartość wogóle bardzo małą, dlatego prawie zawsze opuszcza go się (chyba że chodzi o dach specjalnie stromy). Również opuścić można ciężar  $P$ , gdyż przy największym wietrze i śniegu nikt po dachu nie chodzi; wobec czego zazwyczaj liczyć można wedle wz.:

$$\sigma = \frac{[(G + S) \cos \alpha + N] b}{8 W} \quad . . . . . \quad 46$$

Dla bardzo małych nachyleń dachu  $\cos \alpha = \infty 1$ , wtedy:

$$\sigma = \frac{[G + S + N] b}{8 W} \quad \text{względnie} \quad \sigma = \frac{[g + s + n] b^2 c}{8 W} \quad . . . \quad 47$$

Krokwie wykonujemy najczęściej z belek drewnianych, zw. o wymiarach  $\frac{13}{10}$ ,  $\frac{15}{9}$ ,  $\frac{16}{13}$ ,  $\frac{18}{16}$  cm wyjątkowo z małych kątowników i teowników dla pokrycia da-

chówką. Szczelble i szyny używane dla krycia szkłem oblicza się tak samo.

Krokwie drewniane przytwierdza się:

na płatwiach pionowych (fig. 257–259) przy pomocy jednego lub dwu kątowników  $50 \times 50 \times 6$  do  $70 \times 70 \times 8$  śrubą  $\frac{1}{4} - \frac{3}{4}$ ; czasem używamy kątowników nierównoramiennych (fig. 258–259); szczegół górny podaje fig. 259;

na płatwiach ukośnych przy pomocy zacięcia 2–3 cm (fig. 260–261), lub też przy pomocy podkładki i śruby (fig. 262).

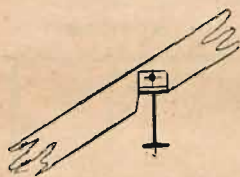


Fig. 257.



Fig. 258.

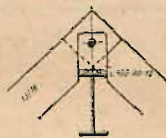


Fig. 259.

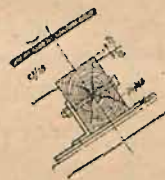


Fig. 260.

## § 25. Obliczenie i konstrukcja płatwi

Płatwie można wykonać jako belki: a) proste, b) ciągłe przegubowe. Ułożyć zaś je można pionowo (fig. 257 i 258) lub prostopadłe (fig. 260, 262) do połaci dachu.

Obciążenie płatwi:

Ciężar pokrycia  $G_1 = g a b$  kg

Ciężar własny płatwi (często uwzględniony już w wartości obciążenia g)  $G_2 = 10 a b$  kg

Ciężar śniegu  $S = s a e$  kg

Parcie wiatru prostopadłe do połaci  $N = n a b$  kg

Obciążenia te przyjmuje się prawie zawsze jako jednostajnie rozłożone na długości płatwi.

Dla płatwi, wykonanych jako belki proste, wynoszą zatem największe momenty:

a) dla obciążenia pionowego:

$$M_1 = \frac{a}{8} (G_1 + G_2 + S) \quad 48a$$

Fig. 261.



Fig. 262

b) dla parcia wiatru:  $M_2 = \frac{a}{8} N \quad 48b$

a stąd największe naprężenia w płatwiach, umieszczonych prostopadłe do połaci:



$$\sigma = \frac{M_1 \cos \alpha + M_2}{W'} + \frac{M_1 \sin \alpha}{W''} \dots \dots \dots 49$$

dla płatwi, umieszczonych pionowo:

$$\sigma = \frac{M_1 + M_2 \cos \alpha}{W'} + \frac{M_2 \sin \alpha}{W''} \dots \dots \dots 50$$

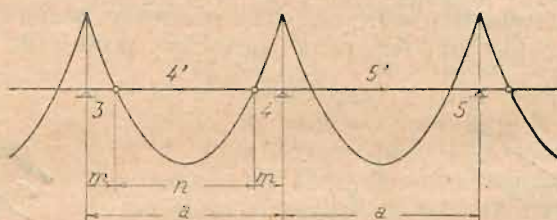


Fig. 263.

Płatwie przegubowe (fig. 263) wykonuje się w tym celu, aby zmniejszyć momenty, działające na płatwie, a tem samem i przekrój płatwi; natomiast przychodzi koszt wykonania przegubu; wogóle opłacają się dla odległości wieżarów większej od 4–4,5 m. Składają się one: a) z części jedno lub obustronnie wystających (wspornikowych), b) z części zawieszonych (wolno podpartych w przegubach) o długości  $n$ . Najkorzystniej rozkładają się momenty dla obciążenia całkowitego jednostajnego w razie, gdy przeguby znajdują się od podpory w odległości:

$$m = 0,1465 a \dots \dots \dots 51$$

Wtedy największe momenty otrzymamy w wielkości:

a) dla obciążenia pionowego:

$$M_3 = M_4 = \dots = M'_1 = M'_5 = \dots = \frac{a}{16} (G_1 + G_2 + S) \dots \dots \dots 52$$

b) dla parcia wiatru:

$$M_3 = \dots = M'_1 = \dots = \frac{a}{16} N \dots \dots \dots 52$$

Ogólnie dla obciążenia  $q$ , względnie  $Q$ :

$$M_3 = \dots = M'_1 = \dots = \frac{a}{16} Q = \frac{qa^2}{16} = 0,0625 qa^2 \dots \dots \dots 52$$

W skrajnych przęsłach płatwi powstają momenty zgięcia nieco większe, niż w przęsłach środkowych. Celem pewnego ujednolinitenia staramy się najczęściej o to, aby przynajmniej momenty podporowe były wszędzie sobie równe. Trzeba wtedy nieco przesunąć przegub w przęsło skrajne (por. fig. 263 a); długość  $m_1$  winna wynosić mianowicie:

$$m_1 = 0,125 a \quad \dots \quad 51 a$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Wtedy oddziaływania: } A = B = 0,4375 q a \quad \dots \quad \\ C_1 = C_5 = 1,0625 q a \quad \dots \quad \\ C_2 = \dots = C_4 = q a \quad \dots \quad \end{aligned} \right\} 52 a$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Momenty: } M_1 = \dots = M_5 = 0,0625 q a^2 = \frac{1}{16} q a^2 \quad \dots \quad \\ M_2 = \dots = M'_5 = 0,0625 q a^2 = \frac{1}{16} q a^2 \quad \dots \quad \\ M'_1 = M'_6 = 0,0957 q a^2 \quad \dots \quad \end{aligned} \right\} 52 b$$

Dokładne rozmieszczenie przegubów dla różnych odstępów więzarów podane jest na następującej tablicy:

a w me- trach	Położenie przegubu w metrach						
	m	n	m <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	c	d	e
4,00	0,59	2,82	0,50	3,50	0,72	2,06	1,22
4,10	0,60	2,90	0,51	3,59	0,74	2,11	1,25
4,20	0,62	2,96	0,53	3,67	0,76	2,16	1,28
4,30	0,63	3,04	0,54	3,76	0,77	2,22	1,31
4,40	0,65	3,10	0,55	3,85	0,79	2,27	1,34
4,50	0,66	3,18	0,56	3,94	0,81	2,32	1,37
4,60	0,67	3,26	0,58	4,02	0,83	2,37	1,40
4,70	0,69	3,32	0,59	4,11	0,85	2,42	1,43
4,80	0,70	3,40	0,60	4,20	0,86	2,48	1,46
4,90	0,72	3,46	0,61	4,29	0,88	2,53	1,49
5,00	0,73	3,54	0,62	4,38	0,90	2,57	1,53
5,10	0,75	3,60	0,64	4,46	0,92	2,62	1,56
5,20	0,76	3,68	0,65	4,55	0,94	2,67	1,59
5,30	0,78	3,74	0,66	4,64	0,95	2,73	1,62
5,40	0,79	3,82	0,68	4,72	0,97	2,77	1,65
5,50	0,81	3,88	0,69	4,81	0,99	2,83	1,68
5,60	0,82	3,96	0,70	4,90	1,01	2,88	1,71
5,70	0,84	4,02	0,71	4,99	1,03	2,93	1,74
5,80	0,85	4,10	0,72	5,08	1,04	2,99	1,77
5,90	0,86	4,18	0,74	5,16	1,06	3,04	1,80
6,00	0,88	4,24	0,75	5,25	1,08	3,09	1,83

W przęsłach skrajnych można albo zastosować większy profil, albo też, zachowując profil ten sam, co w prętach



środkowych, wzmocnić go tylko przy pomocy profilów dodatkowych. Wzmocnienie to powinno być takie, aby moment

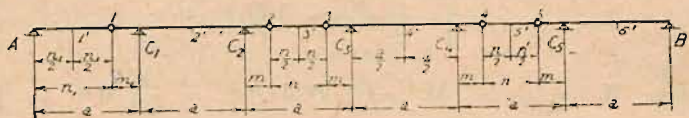


Fig. 263 a.



Fig. 263 b.

wytrzymałości zwiększył się o 53<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Użyć przytem można następujących tablic (dla profilów niemieckich):

I	Potrzebny moment wytrzymałości w cm <sup>3</sup>	Dla wzmocnienia użyć 2 profilów	II	Potrzebny moment wytrzymałości w cm <sup>3</sup>	Dla wzmocnienia użyć profilu
8	29,9	5	8	40,6	8
10	52,4	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10	63,1	10
12	83,8	8	12	92,9	12
14	125,4	10	14	132,3	14
16	179	12	16	178	16
18	247	14	18	230	18
20	328	16	20	292	20
22	426	18	22	375	22
24	542	20	24	459	24
26	677		26	568	26



Fig. 263 c.



Fig. 263 d.

Długości  $d$ , na których wzmocnienie jest potrzebne, podane są na poprzedniej tablicy. Licząc dokładniej, powinniśmy uwzględnić, że krokwie działają na płatew jako ciężary skupione, oraz, że często przekrój płatwi osłabiony jest na podporze przez nity (por. fig. 266, 267 itd.). Osłabienie to powoduje przesunięcie osi ciężkości (por. fig. 264), a zarazem zmniejszenie momentów bezwładności i wytrzymałości, dochodzące













Na fig. 277 wysunięto blachę węzłową, podobnie jak w fig. 276, i oparto płatwę na kątownikach poziomych, jednakowoż bez ustalenia przy pomocy blach wygiętych.

Można też dać płatwę szczytową podwójną (por. fig. 278 i nast.), stawiając pojedyncze profile na obu częściach pasu. Fig. 278 przedstawia połączenie stosunkowo słabe i dopuszczalne tylko dla małych dachów.

Na fig. 279 i 281 usztywniono połączenie przy pomocy blach poprzecznych, wyciętych wedle fig. 280. Na fig. 279 widzimy nadto usztywnienie poprzeczne płatwi pomiędzy sobą przy pomocy ścięgien z naśrubkami, co zresztą używane jest tylko wyjątkowo (por. też fig. 282 i 283). W takim razie poszczególne ścięgna sięgają tylko od płatwi do płatwi; w rzucie poziomym przesunięte są względem siebie o 5—10 cm (fig. 283).

W węźle podporowym można dać płatwę normalną, (fig. 323) ewentualnie o nieco mniejszym profilu, odpowiednio do mniejszego obciążenia,

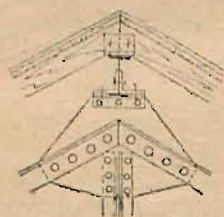


Fig. 276.

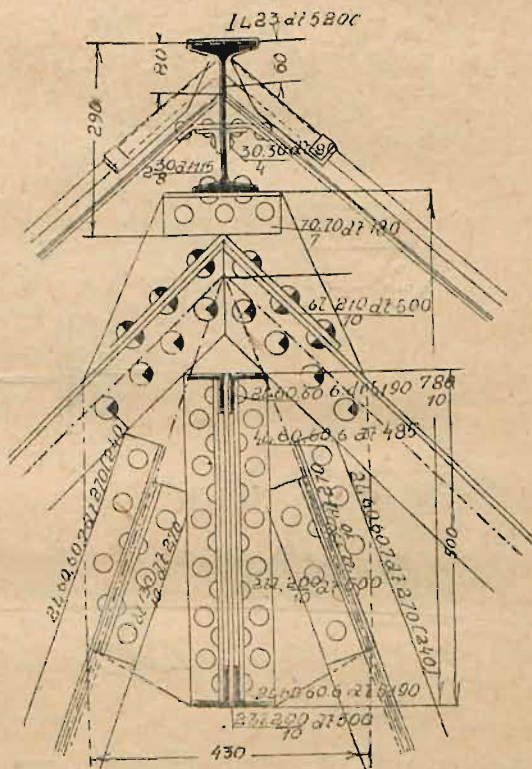


Fig. 277.

zenia, opierając w ten sposób krokiew na więzarze albo też można krokiew oprzeć na ławie, umieszczonej na murze, i tem samem opuścić płatwę zupełnie (fig. 327); to drugie rozwiązanie jest wskazane wtedy, jeżeli mur górą ma odpowiednią grubość.

W miejscach, gdzie więzar dachowy zmienia pochylenie, umieszczamy zwykle dwie płatwie, jedną dla pokrycia



o spadku większym, drugą dla drugiego. Na fig. 284 widzimy dwa dźwigary, oparte bezpośrednio na pasach przy pomocy blach zagiętych.

Na fig. 285 i 286 podniesiono znacznie płatew górną w tym celu, aby uzyskać większą wysokość części oszklonej górnej nad częścią dolną, krytą blachą. — Szczelble bowiem części górnej, oszklonej, sięgać winny co najmniej 10 cm ponad płaszczyznę dolną.

Przeguby przedstawione są na fig. 287—294. Na fig. 287 widzimy przegub, wykonany tak, że część zawieszona (lewa)

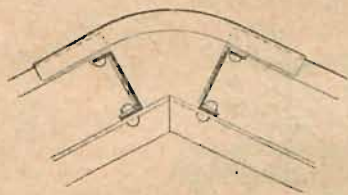


Fig. 278.



Fig. 280.

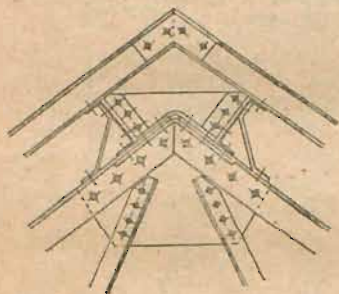


Fig. 281.



Fig. 283.

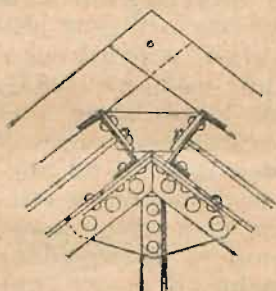


Fig. 279.

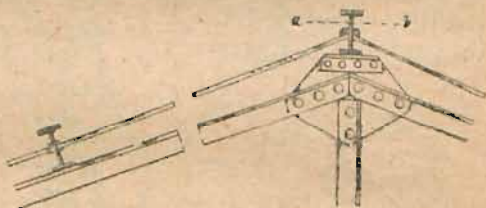


Fig. 282.

spoczywa na okrągłym trzpieniu, umieszczonym w otworze przykładek, utwierdzonych stałe do części wystającej (prawej). — Trzpień w swej części środkowej wycięty jest górną poziomo. Blachy „a” nanitowano, aby uzyskać większą szerokość na ciśnienie na ściankę dźwigara. Na tymże rysunku widzimy przegub stały i przegub ruchomy.

Fig. 288 i 289 przedstawiają przeguby, wykonane przy pomocy przykładek, względnie kątowników nierównoramien-

nych. Te ostatnie są o tyle gorsze, że — przy zastosowaniu jednego kątownika — nie dają połączenia osiowego. W poniższej tablicy podane są wymiary przegubów, w ten sposób wykonanych, dla poszczególnych profili (niemieckich).

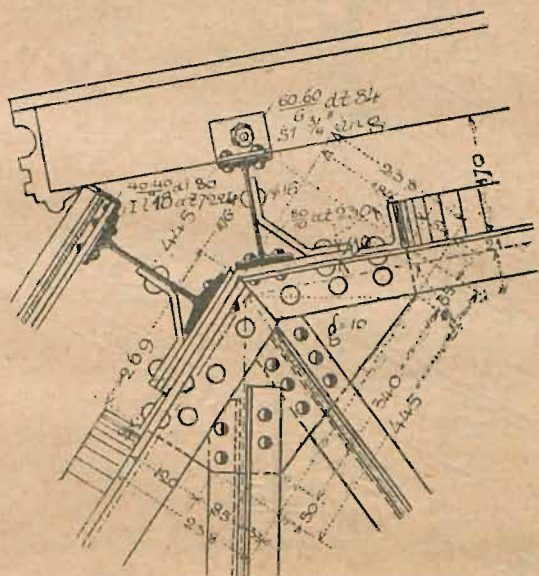


Fig. 284

Wymiary przegubów wedle fig. 288 a i 288 b.

Wedle figury	<b>I</b>	h	Przykładki płaskie $h' \times l \times g$	$\frac{h'}{2}$	a	b	c	Średni- ca śruby	Średni- ca trzona
288 a	8	80	$55 \times 250 \times 5$	27,5	—	—	40	$\frac{3}{4}''$	$\frac{3}{8}''$
	10	100	$90 \times 250 \times 5$	35	—	—	50	$\frac{3}{4}''$	$\frac{3}{8}''$
	12	120	$70 \times 250 \times 5$	45	—	—	60	$\frac{7}{8}''$	$\frac{7}{8}''$
288 b	14	140	$100 \times 250 \times 6$	50	25	50	45	$\frac{5}{8}''$	$\frac{7}{8}''$
	16	160	$120 \times 250 \times 6$	60	30	60	50	$\frac{3}{4}''$	1''
	18	180	$140 \times 250 \times 6$	70	30	80	50	$\frac{3}{4}''$	1''
	20	200	$150 \times 250 \times 7$	75	35	80	60	$\frac{3}{4}''$	1''
	22	220	$170 \times 250 \times 7$	85	35	100	60	$\frac{3}{4}''$	$1\frac{1}{8}''$
	24	240	$190 \times 250 \times 7$	95	35	120	60	$\frac{3}{4}''$	$1\frac{1}{8}''$



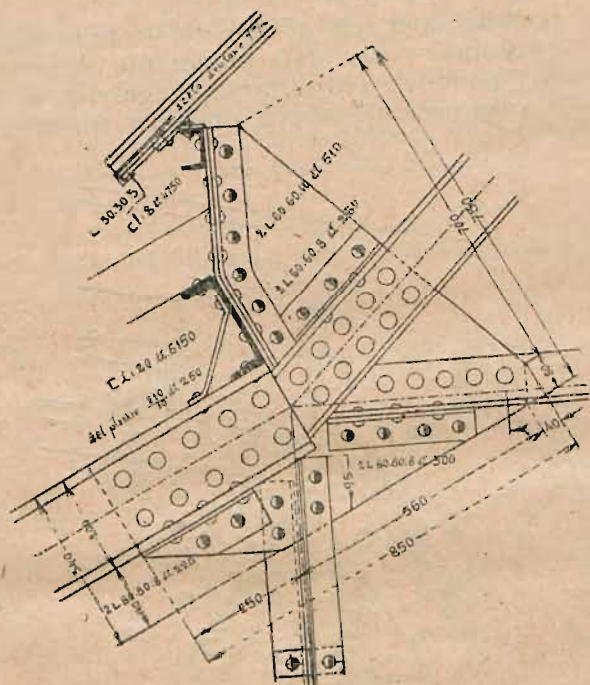


Fig. 285.

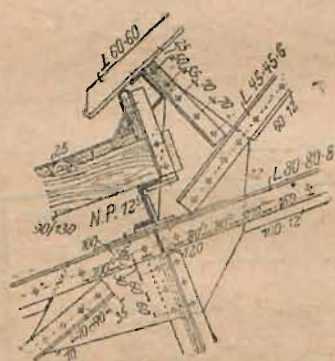


Fig. 286

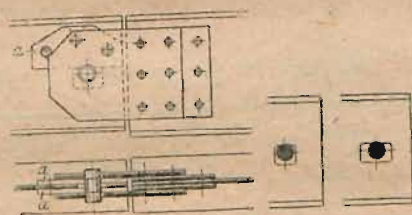


Fig. 287.

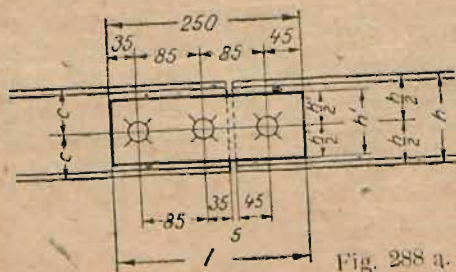


Fig. 288 a.







Wymiary przegubów wedle fig. 289 a i 289 b.

Wedle figury	I	h	Przykładki z kątowników	$w_1$	$a_1$	w	$w_1$	a	c	Sredni- ca nitów	Sredni- ca trzonu
289 a	8	80	$40 \times 50 \times 5$	—	—	28	—	22	40	14	$1\frac{1}{2}''$
	10	100	$50 \times 65 \times 5$	—	—	35	—	30	50	20	$3\frac{1}{4}''$
	12	120	$40 \times 80 \times 6$	—	—	45	—	35	60	23	$7\frac{1}{8}''$
289 b	14	140	$50 \times 100 \times 6$	53	47	30	46	24	47	17	$7\frac{1}{8}''$
	16	160	$50 \times 100 \times 6$	53	47	30	46	24	57	17	$7\frac{1}{8}''$
	18	180	$65 \times 130 \times 8$	70	60	40	60	30	60	20	1''
	20	200	$65 \times 130 \times 8$	70	60	40	60	30	70	20	1''
	22	220	$65 \times 130 \times 8$	70	60	40	60	30	80	20	1''
	24	240	$65 \times 130 \times 8$	70	60	40	60	30	90	20	1''

Inny przykład — tańszy, ale mniej dobry — podaje fig. 290. Belka zawieszona wspiera się na sześciu śrubach, umieszczonych w dziurach podłużnych (przegub ruchomy).

Na fig. 291—293 przedstawiony jest przegub, opierający się przy pomocy blach „a”, „b” i „c” na belce wystającej (niejako łożysko płaskie).

Można wreszcie przegub wykonać przez przynitowanie do obu części, wiszącej i wystającej, kątowników, wzajemnie wspierających się na sobie. W przegubie stałym połączone są one śrubą (fig. 294); w przegubie ruchomym śruby niema

## § 26. Obliczenie więzara dachowego

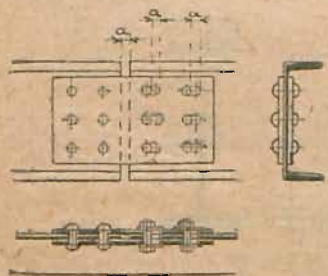


Fig. 290.

Obciążenie więzara dachowego (oraz jego ciężar własny) przyjmujemy jako ciężary skupione w węzłach pasu górnego. Obciążenie pionowe składa się z oddziaływania płatwi  $G_1 + G_2 + S$  (por. § 25) i części ciężaru własnego więzara, który wynosi  $g_3 = 15$  do  $20 \text{ kg/m}^2$  i wyżej.

Całkowite obciążenie pionowe węzła górnego wynosi więc:  
 $P = G_1 + G_2 + G_3 + S \dots 53$

Parcie wiatru na kierunku prostopadły do połaci i wynosi  $N = n a b$ . . . . . 53a.

Obliczenie przeprowadza się zwykle osobno:

a) dla obciążenia pionowego,

b) dla parcia wiatru z prawej strony i

c) dla parcia wiatru z lewej strony.

Dla dachów o pochyleniu mniejszym niż 1:5 można obliczenie przeprowadzić tylko dla obciążenia pionowego dla ciężarów węzłowych  $P = G_1 + G_2 + G_3 + S + N$ . . . . 53b.

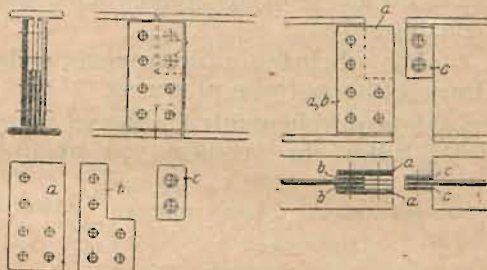


Fig. 291-293.

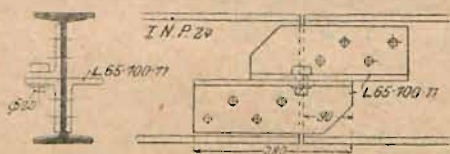


Fig. 294.

Mając obliczone ciężary węzłowe, wyznaczamy oddziaływania (odpory). Dla obciążenia pionowego są one pionowe: dla obciążenia wiatrem oddziaływanie łożyska ruchomego jest pio-

nowe; kierunek drugiego oddziaływania znajdujemy, łącząc punkt podporowy łożyska stałego z punktem przecięcia padkowej wiatru i oddziaływania pionowego. Wielkość oddziaływań znajdujemy z wieloboku sił.

Siły wewnętrzne w prętach znajdujemy najczęściej przy pomocy t. zw. planu sił. Poczynając od łożyska (lub od miejsca, gdzie przecinają się tylko 2 pręty o niewiadomej narażeniu sile wewnętrznej), rozkładamy wiadome siły, działające na węzeł, na 2 siły równoległe do sił w prętach, o nieznannej sile i wyznaczamy w rysunku wielkość tychże. W ten sposób idziemy dalej, wybierając wciąż pokolei węzły, w któ-

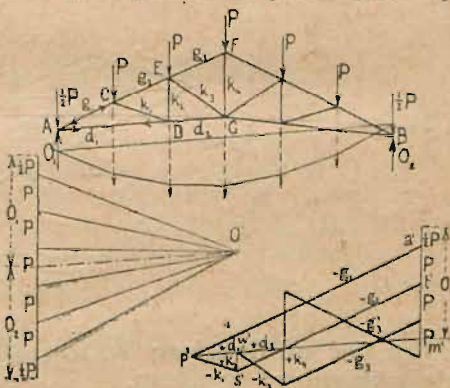


Fig. 629



rych pozostają tylko 2 niewiadome. Zamiast rozkładać siły na osobnych rysunkach dla każdego węzła, wykonujemy to działanie na jednym wykresie, t. zw. planie sił (por. fig. 295 i następne).

Dla obciążenia pionowego, a dachu symetrycznego, kreślimy tylko połowę planu sił.

Dla parcia wiatru należy, zaczynając z jednego łożyska, dojść tylko do środkowych prętów, — a następnie plan sił

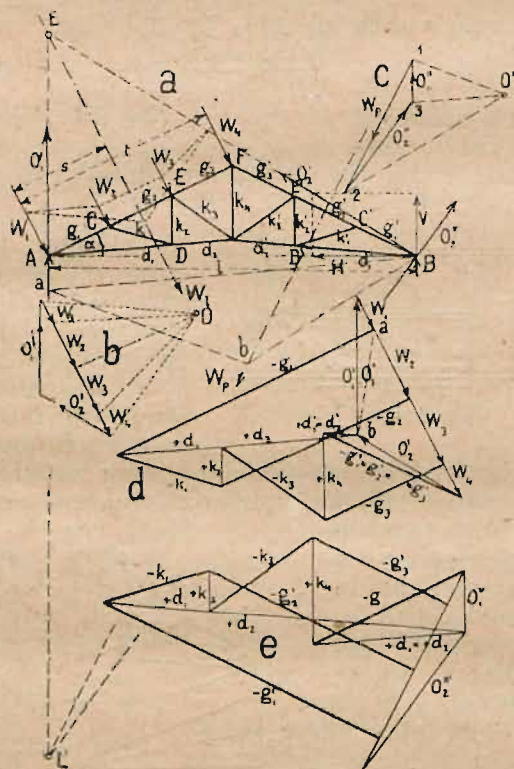


Fig. 296.

wykreślać od drugiego końca, gdyż wtedy łatwiej poprawić niedokładności wykresu.

Dla dachów wystających najlepiej wykreślać plan sił, poczynając od końca wspornika, w którym przecinają się najczęściej tylko dwa pręty. Jedno oddziaływanie  $O_1$  przenosi się przez kotew i jest zwykle poziome,

kierunek drugiego łączy punkt przecięcia wypadkowej, oraz oddziaływania  $O_1$  z łożyskiem więzara (por. fig. 297).

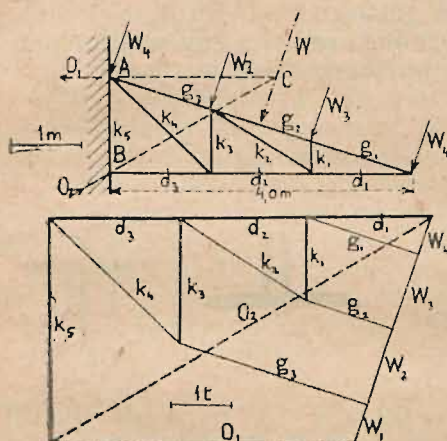


Fig. 297.

Najwygodniej rozpocząć wyznaczenia sił od węzła, w którym schodzą się pręty  $g_1$  i  $d_1$ , których siły wewnętrzne znajdziemy, rozkładając na odpowiednie składowe siłę  $W_1$ ; podobnie znajdziemy kolejno siły w innych prętach, dochodząc ostatecznie do węzłów A i B. Oddziaływanie  $O_1$  w kotwie poziomej znajdziemy z warunków równowagi dla węzła A. Oddziaływanie  $O_2$  równe jest co do wielkości wypadkowej sił  $d_1$  i  $k_1$ .

Oddziaływanie można znaleźć wprost, rozkładając wypadkową sił wewnętrz-

nych  $W$  na siły:  $O_1$  poziomą i  $O_2$ , przechodzącą przez punkty C i B.

Dachy wspornikowe, wsparte na jednym słupie (fig. 253), oblicza się tak samo. Słup należy obliczać na ciśnienie i zginanie przy obciążeniu obu wsporników stałym ciężarem, jednego (większego) zaś prócz tego śniegiem i wiatrem. Dla mniejszych rozpiętości wykonuje się wsporniki o ścianie pełnej (fig. 254).

## § 27. Konstrukcja więzara dachowego

Pasy wykonuje się najczęściej z dwu kątowników, rozsuniętych na grubość blachy węzłowej (najczęściej 10–12 mm dla normalnych więzarów), przyczem ich ramiona poziome umieszcza się na zewnątrz zarysu więzara, na pasie górnym górą (fig. 298), na dolnym dołem (fig. 299). Dla większych sił używamy na pasy:

- a) dwu kątowników ze ścianką, przyczem zwykle  $g = 12–20$  mm (fig. 300);
- b) dwu kątowników z nakładką (konstrukcja gorsza) (fig. 301–302);
- c) dwu kątowników ze ścianką i nakładką (fig. 303);
- d) dwu ceowników (fig. 304).

Niekiedy używamy kątowników nierównoramiennech (fig. 305, 302).



Fig. 298.



Na figurach tych przedstawione są przekroje pasu dolnego. Te same przekroje, tylko umieszczone odwrotnie, używane są jako przekroje pasu górnego.

Krzyżulce tworzą prawie zawsze kątowniki, przy czem można użyć ich w następującym składzie:



Fig. 299.



Fig. 300.



Fig. 301.



Fig. 302.

a) jeden kątownik najw.  $50 \times 50 \times 5$ , używany dla sił mniejszych niż 2 t; siła przenosi się tu mimoosiowo lepiej więc i w tym razie użyć dwu kątowników:

b) dwa kątowniki, zestawione na odległość blachy węzłowej, używane na ścęgna (pręty ciągnięte) lub na zastrzęły (ściskane o niewielkiej sile wewnętrznej (fig. 306—307);

c) dwa kątowniki na krzyż, używane dla przekrojów, ciśnionych większą siłą (fig. 308);

d) cztery kątowniki na krzyż, używane dla większych ciśnień (fig. 309).



Fig. 303.



Fig. 304.



Fig. 305.

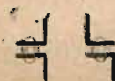


Fig. 306—7.



Fig. 308.



Fig. 309.

Innych przekrojów, np. płaskowników (wstęg) na przekroje ciągnięte używa się rzadko.

Zazwyczaj lepiej jest zastosować w jednej konstrukcji możliwie małą różnorodność profilów, np. tylko 2—3 rodzaje kątowników, a za to użyć paru z pomiędzy powyższych kombinacji, np. na poszczególne krzyżulce użyć przekroju, złożonego wedle b), c) i d).

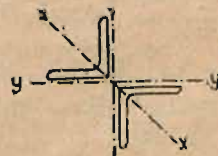


Fig. 310.

Przy obliczaniu tych przekrojów na ściskanie pamiętać należy, że wyhoczenie nastąpić niezawsze może dla naj-

mniejszego promienia bezwładności. Np. dla krótkiego, a silnie usztywnionego blachami węzłowymi pręta (fig. 310) wyboeczenie nie nastąpi dla osi  $x-x$ , ale dla osi  $y-y$  (por. str. 26 i 27).

Odpowiadające sobie symetrycznie części dachów symetrycznych konstrukcji konstruuje się też symetrycznie.

**Połączenia węzłowe:**

Pręty łączy się na blachach węzłowych zapomocą nitów, przyczem obowiązują następujące reguły (por. str. 12 i nast.):

a) Ilość nitów, jaką przytwierdzony jest każdy z prętów, należy obliczyć wedle wzorów 1—4 na siłę, działającą w odpowiednim przecie.

b) Jeżeli pręt (najczęściej pasu) przechodzi niezetknięty (fig. 311, 312), to ilość nitów oblicza się na największą różnicę sił przylegających części pręta (por. § 7, str. 22).



Fig. 311.

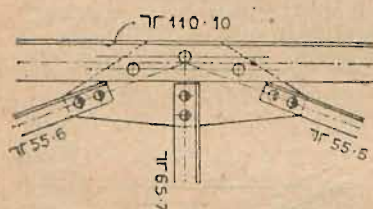


Fig. 312.

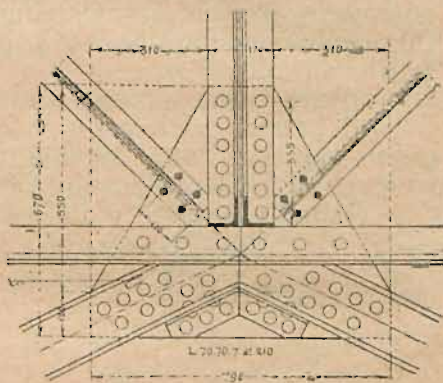


Fig. 313.

c) Jeżeliby wypadło umieścić 4 nity jeden za drugim, to lepiej dodać kątowniki pomocnicze wedle fig. 313, lub nakładki pomocnicze wedle fig. 314, które mogą na pasie górnym służyć zarazem do umocowania tężników. Przy zakładanym nawewnątrz pasie należy nakładki pomocnicze umieścić wedle 313 a, a nie wedle 313 b, gdyż wtedy unikamy wklęsłego wcięcia blachy węzłowej, a nadto działanie nakładki jest lepsze.

d) Należy starać się o to, aby blachy węzłowe były niewielkie, a kształty ich zbliżone do prostokąta (por. str. 20 i następną). Dla zmniejszenia blachy węzłowej można w sprzyjających wypadkach użyć jednego nitu do przymocowania dwu profilów, zachodzących z różnych stron blachy węzłowej (por. fig. 315), lub też kątowniki krzyżulca utwierdzić na kątownikach pasów (fig. 315 a).



Węzeł końcowy dachu wspornikowego przedstawia fig. 316; zagięto tu jedno ramię kątowników dolnych dla uzyskania gładkiej płaszczyzny.

Inne przykłady węzłów widzimy na fig. 47 i następnej.

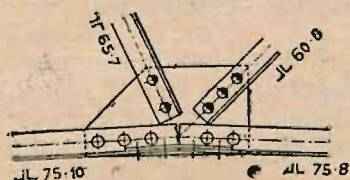


Fig. 313 a

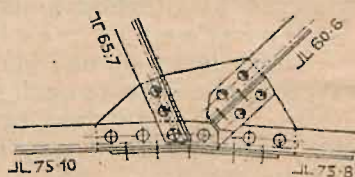


Fig. 313 b.

Węzeł podporowy należy specjalnie usztywnić najczęściej dwoma kątownikami lub ceownikiem (fig. 324). Dolną powierzchnię poziomą, potrzebną do położenia na łożysku, można uzyskać:

- a) przez przedłużenie poziomego pasu dolnego (fig. 317)
- b) przez przedłużenie pochyłego pasu dolnego po zagięciu go (fig. 318): zwykle tylko dla bardzo małych sił wewnętrznych i małego pochylenia pasa dolnego;
- c) przez dodanie w dole poziomego kątownika (fig. 319 i 324) o wymiarach równych lub nieco większych od wy-

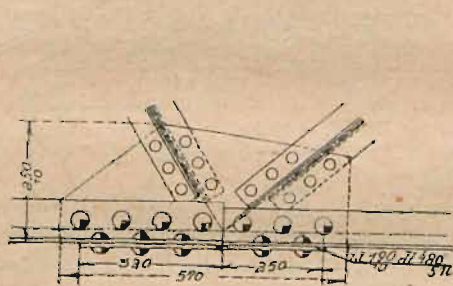


Fig. 314.

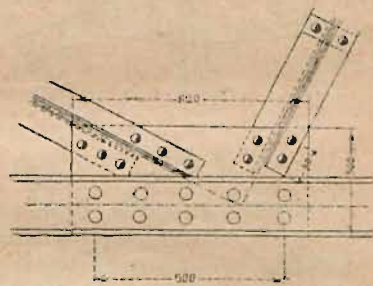


Fig. 315.

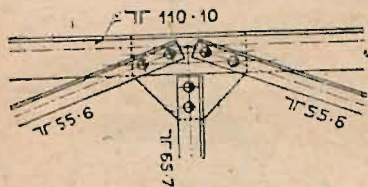
miarów kątowników pasów. Na długości łożyska przytwierdza się zwykle do kątowników łożyskowych zapomocą nitów dołem wpuszczonych, blachę o grubości równej lub nieco większej od grubości kątowników (10—12 mm).

Punkt przecięcia się pasów powinien leżeć na pionowej, przechodzącej przez oś łożyska, i możliwie niewysoko. Jeżeli na podporze jest pręt pionowy (t. zw. narożnik), to oś jego powinna w przedłużeniu przecinać przez oś łożyska.

## § 28. Łożyska więzarów dachowych

a) Dla małych rozpiętości do 5–6 m można oprzeć więzár na płycie z żelaza zlew nego, grubej 12–15 mm, o długości kątowników podstawowych około 30 cm, a szerokości nieco większej od ich wspólnej szerokości (20–30 cm), przymoconej do nich. Tu nie potrzeba rozróżniać łożyska stałego od ruchomego.

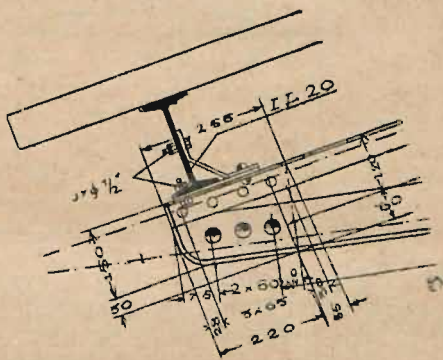
b) Dla rozpiętości do 20 m używa się łożysk żeliwnych płaskich lub lepiej wypukłych



zaokrąglonych u góry promieniem 2,5 do 4,0 m. Łożysko płaskie należy ściąć, poczynając od osi, spadkiem 1:40 do 1:50. Szerokość i wysokość żeber górnych 30–50 mm. dla ustalenia w kamieniu podporowym najlepiej użyć żebra dolnego w środku łożyska o tych samych lub nieco większych wymiarach. Dla ustalenia belki na łożysku stałem służyć mogą, podobnie jak w łożyskach blachownic:

a) występy żeber górnych, wchodzących w wycięcia kątowników podporowych (fig. 153); albo

b) trzpienie lub śrub  
by bez naśrubka, wcho-  
dzące w otwór w ką-  
townikach dolnych wieżara i w odpowiedni mu otwór  
w płycie lanej, albo wreszcie

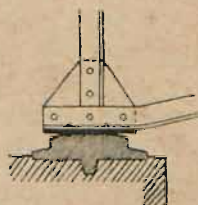


c) płaskownik  $\frac{50}{12}$  do  $\frac{80}{15}$ ,

przynitowany napoprzek do blachy łożyskowej, wchodzący w odpowiednie gniazdo łożyska lanego.

Łożysko ruchome tych urzędzeń nie posiada.

Do kątowników podstawowych więzara przytwierdza się poziomą blachę żelazną g = 10–15 mm przy pomocy nitów, wpuszczonych dołem (por.





łożyska blachownic fig. 153—160). Dla rozpiętości od 15 m dobrze jest wykonać górną płytę także z żeliwa. Przytwierdza się ją wtedy do pasa dolnego (wzmocnionego j. w.

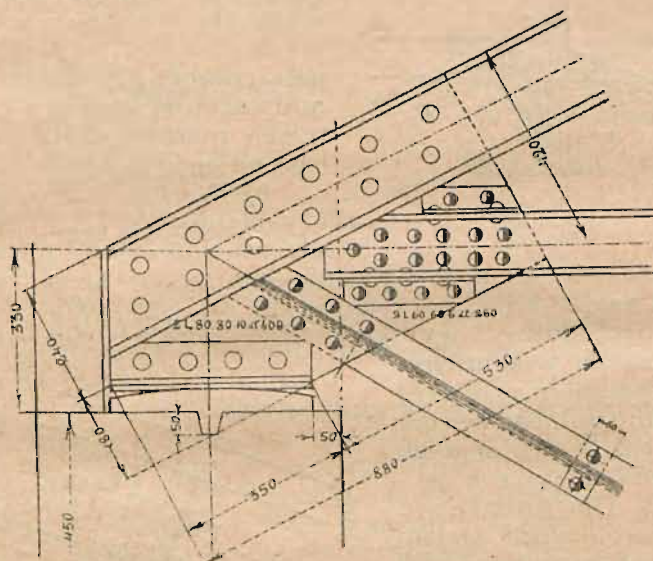


Fig. 319.

blachą) przy pomocy śrub (zwykle 4 d  $\frac{5}{8}$ " lub d  $\frac{3}{4}$ "). Fig. 321 przedstawia konstrukcję starszą i gorszą; lepszą konstrukcję tego typu przedstawiają fig. 323 i 324.

d) Dla rozpiętości większych niż 15—20 m używamy łożysk kołyskowych jako stałych, zaś kołyskowo-wałkowych jako ruchomych.

Łożysko kołyskowe (stałe, fig. 322) składa się z kadłuba (część dolna, spoczywająca na murze), wahacza (część górna, przymocowana do więzara) i czopa, około którego wahacz może się obracać. Kadłub i wahacz są żeliwne, trzpień może być żeliwny lub ze stali lanej o średnicy

$$d = \frac{3A}{b_1} \text{ (dla żeliwa), wzpł. } d = \frac{1,5A}{b_1} \text{ (dla stali lanej) . 54}$$

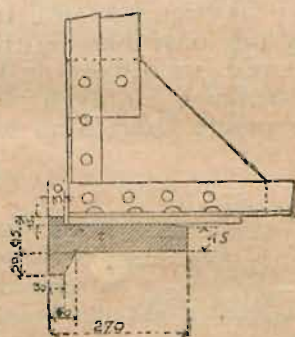


Fig. 320.











Wálki posiadają na końcach rąbki 20 milimetrowe, zachodzące na płytę dolną i na kadłub. Prócz tego połączone są ramą z płaskowników lub kątowników o wymiarach  $\frac{60}{12} - \frac{80}{15}$ ; spoczywa ona na czopach o średnicy około 20 mm, wśrubowanych w wálki. Rama jest ustalona zapomocą naśrubków, wkręconych na czopy skrajnych wálków, lub zapomocą osobnych prętów z naśrubkami (fig. 325 i 336).

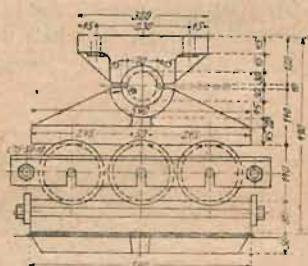


Fig. 325.

Górna część łożyska składa się z kadłuba, czopa i wahacza, podobnie jak w łożysku kołyskowem stałem. Kadłub ten ma często na końcach wystające rąbki dla uniemożliwienia stoczenia się wálków łożyska, podobnie jak płyta dolna.

Często projektuje się najpierw łożysko ruchome, a potem stałe, przyjmując wysokości wahacza i kadłuba łożyska stałego tak, aby całkowita wysokość obu łożysk była równa.

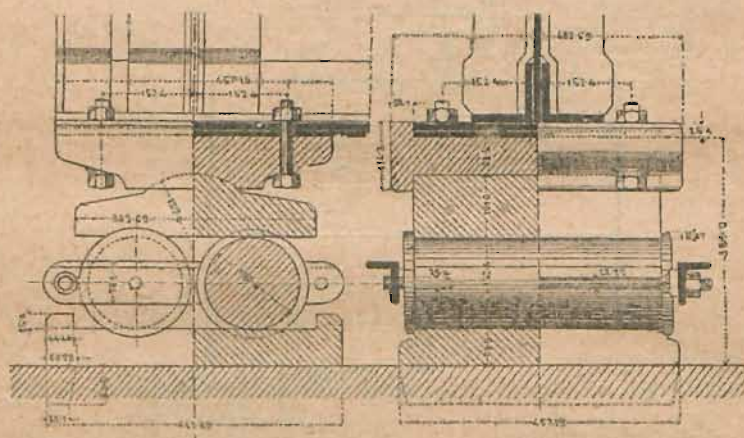


Fig. 326.

Uproszczone łożysko ruchome tego typu por. fig. 326; wahacz połączony tu jest z czopem.

Dla dachów poniżej 20 m użyć można jednego wálka wtedy więzar spoczywa na nim wprost na płycie lanej ( $g =$  około 40–50 mm), fig. 327.

Powierzchnię płyty dolnej (osadzonej na ciosie podstawowym) wszystkich powyżej omówionych łożysk oblicza się z wzoru:

$$F = \frac{A}{K_c} \dots \dots \dots 59$$

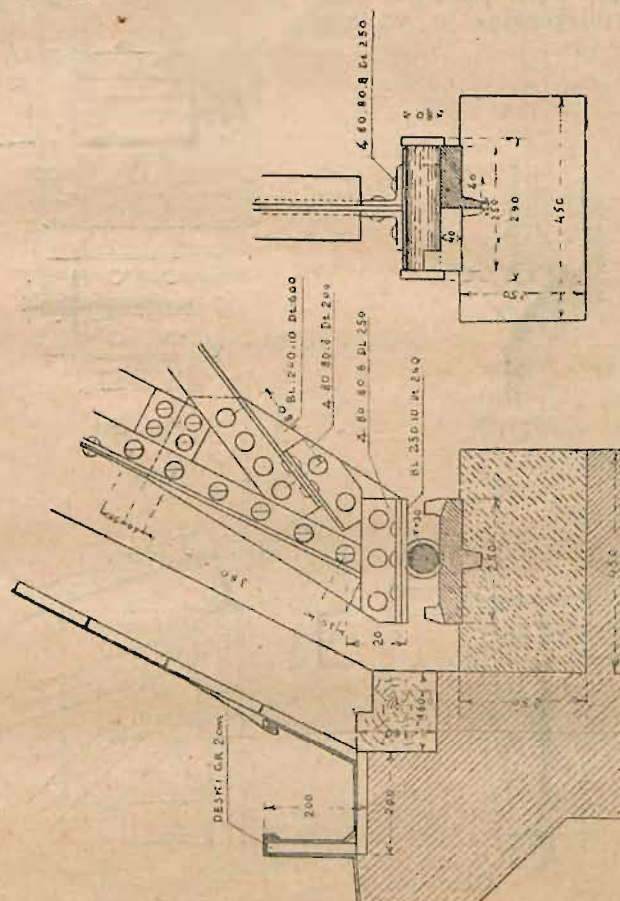


Fig. 327.

Łożyska dachów wspornikowych zawieszonych wykonuje się zwykle jako łożyska stałe płaskie, umieszczając je jednak prostopadle do kierunku oddziaływania (fig. 328). Dla małych obciążeń można użyć też łożyska o dwu powierzchniach (fig. 329), ułożonego w cemencie, przyczem wielkość powierzchni poziomej oblicza się ze względu na składową pionową oddziaływania, zaś wielkość





górnego nieco ekscentrycznie lub też na blachach węzłowych: ustawia się je wtedy po jednym w polu zamkniętym sąsiednimi więzarami i płatwiami (por. fig. 332);

b) z prętów okrągłych  $d = 12-15$  mm (fig. 333) po dwa na krzyż w jednym polu (fig. 331), połączonych prze-



Fig. 331.

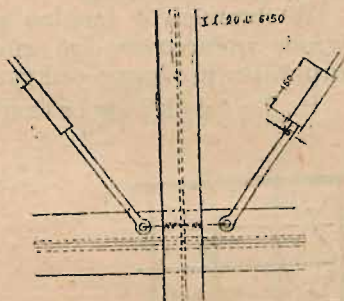


Fig. 333.

gibnie w węzłach; zwykle umieszcza się na nich zamek do

naciągania zwykły (niedaleko końca prętów) lub okrągły (w skrzyżowaniu ich, fig. 334).

Jeżeli odstęp więzarów jest więcej niż  $2\frac{1}{2}$ -krotnie większy od odległości płatwi, to tężniki połączowe umieszcza się wedle fig. 335. W punktach „o” można tężnik kątownikowy przytwierdzić do płatwi na blachę węzłową.

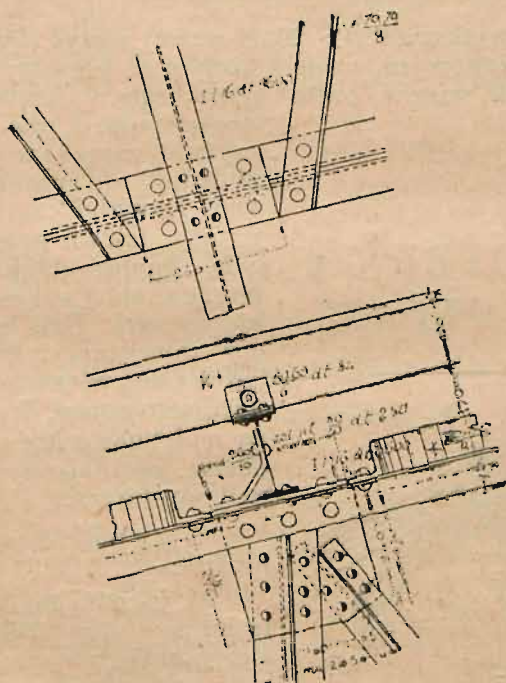


Fig. 332.

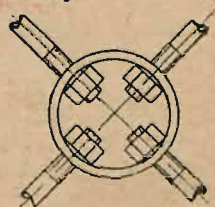


Fig. 334.

Jeżeli płatwie są przegubowe, to tężniki umieszcza się między temi więzarami, między którymi nie ma przegubów (fig. 336).



Szczegóły górny tężników por. fig. 337.

Dla większych konstrukcji i obciążeń należy wymiary tężników, umieszczonych między skrajnymi więzarami, obliczyć na parcie wiatru.

W dachach o bardzo sztywnym pokryciu można wiatrownice połaciowe dać znacznie rzadziej, a nawet opuścić je zupełnie (np. przy pokryciu betonem).

B. Tężniki (wiatrownice) pionowe.

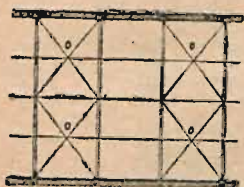


Fig. 335.



Fig. 336.

Wieżary dachów większych ( $l > 20$  m) należy stężyć również tężnikiem t. zw. pionowym, umieszczonym w płaszczyźnie pionowej lub, jeżeli wieżar pręta pionowego w środku nie posiada, w płaszczyźnie możliwie zbliżonej do pionowej. Dawniej często przechodził on przez całą długość dachu, łącząc ze sobą wszystkie wieżary. Dziś łączy zazwyczaj tylko jedną parę wieżarów u jednego końca, drugą u drugiego końca dachu, co najzupełniej wystarcza.

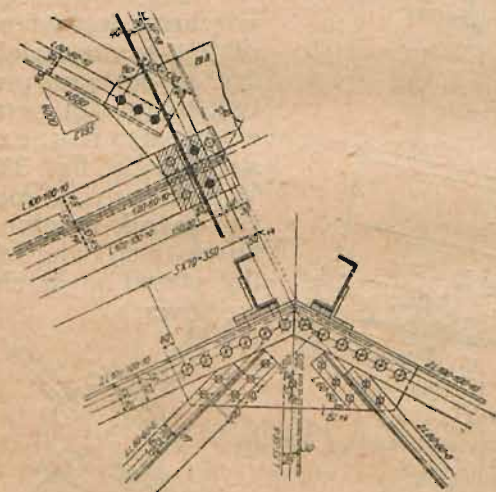


Fig. 337.

Wykonać go można:

a) jako tężnik krzyżowy (fig. 338), łącząc sąsiednie wieżary kątownikami ponad  $60 \times 60 \times 6$ ;

b) jako tężnik kratowy (fig. 339) o wysokości 500 do 600 mm (dla większych wysokości wieżarów).

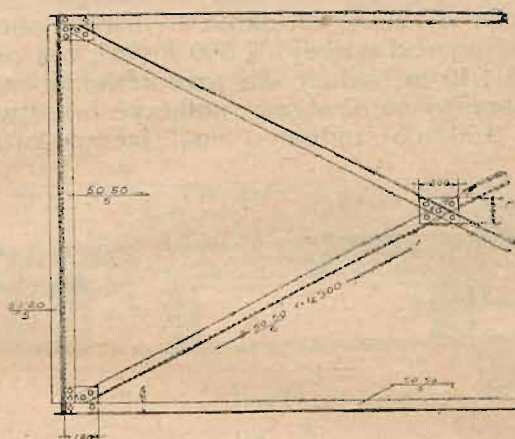


Fig. 338.

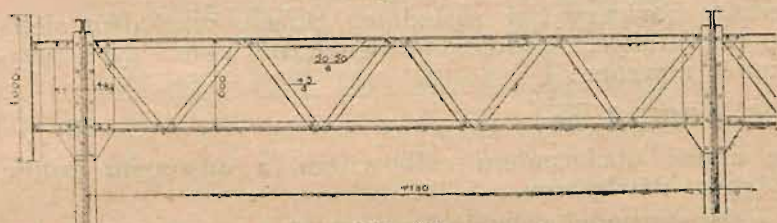


Fig. 339.

## VIII. STROPY z ZASTOSOWANIEM ŻELAZA

### § 30. Systemy stropów z zastosowaniem żelaza

Stropy z zastosowaniem żelaza, częściej dzisiaj używane, są następujące:

a) Strop drewniany tramowy na dźwigarach żelaznych (fig. 340). Tramy drewniane umieszcza się co 0,90–1,20 m. Zwykle umieszcza się na nich na ślepej podłodze 8–10 cm nadsypki, a na niej podłogę. Gładką powierzchnię można dołem uzyskać przez zastosowanie trzcinowania, zachodzącego pod stopkę dźwigara. Dźwigary żelazne rozmieszcza się co 4–5 m zwykle na filarach okiennych itd. Przytwierdzanie dźwigarów kątownikami (fig. 341) jest zbyt niebezpieczne i zostało zupełnie zarzucone.

b) Strop sklepiony ceglany między dźwigarami (fig. 342). Odległość dźwigarów 1–2 m; wtedy gru-