

## DZIAŁ DZIESIĄTY.

# BUDOWNICTWO.

### I. POSADOWIENIE (FUNDAMENTOWANIE) BUDOWLI.

Łączące się ze sobą części budowli trzeba wedle możliwości posadawiać (fundamentować) jednakowo.

**Spód posady** powinien leżeć głębiej, niż grunt przemarza, u nas zatem 1,25 do 1,5 m, (w gruncie skalistym mniej), zawsze jednak powinienby on dosięgać warstw dostatecznej nośności, a o ile to okaże się niewykonalnym, wypada uciec się do sztucznego posadowienia (p. str. 151) przystosowanego do danych warunków gruntu.

W mroźnych okolicach Syberji, np. w Jakucku, naodwrot, spód posady dosięgać powinien przynajmniej tej głębokości, na której wiecznie zmarzły tam grunt nie podlega latem odtajaniu.

#### a. Badanie gruntu.

Dla małych budowli wystarcza badanie gruntu dzidą do gruntowania, dla poważniejszych budowli lepiej zapomocą otworów wiertniczych lub przez rozkopanie.

**Grunt bezpieczny:** 1) opoka, czyli grunt skalisty, ponad 3 m gruby, przy dostatecznej rozciągłości; martwica i grunt kamienisty, o ile nie zagraża mu osuwanie się; otoki i rozkruchy kamienne, żwir i piasek gruboziarnisty.

2) Piasek drobnoziarnisty i suche pokłady gliny tłustej lub chudej, czystej lub z domię zką piasku, lecz tylko przy grubości warstw ponad 4 do 6-ciu m, są już gruntem bezpiecznym; przy mniejszej grubości trzeba je umacniać nasypem kamieni, biciem pali lub rozgród.

**Grunt niepewny:** mokra glina, choć nawet zmieszana z piaskiem, szczególnie niebieskawo piasek gliniasty, piasek bardzo mokry, kurzawka, moczary, ziemia bagnista, łągowa, czarnoziem, torf, margiel, nasypywany gruz budowlany, nawet po wiekowym ułożeniu się.

#### b. Zakładanie posad na gruncie nośnym.

Jeżeli oznaczymy przez:

$t$  nośność gruntu w  $\text{kg/cm}^2$ ,

$\gamma$  wagę gruntu (piaszczystego) w  $\text{kg/m}^3$ ,

$h$  głębokość spodu posady w m,  
 $\varrho$  naturalny kąt zesypu gruntu (przeciętnie  $\varrho = 30^\circ$  do  $37\frac{1}{2}^\circ$ ),  
 to w przybliżeniu według doświadczeń Jankowskiego będzie:

$$t = 0,0002 \gamma_e h \left( \frac{1 + \sqrt{2} \sin \varrho}{1 - \sqrt{2} \sin \varrho} \right)^2 = 0,0002 \gamma_e h n^2.$$

Dla $\varrho = 15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$	$37\frac{1}{2}^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
jest $n^2 = 4,6427$	8,2578	15,769	33,971	91,987	179,03	440,66	$\infty$ .

Nadto  $t$  pozostaje w zależności od rozmiarów i kształtu podstawy  $F'$ , a mianowicie  $t$  wzrasta wraz z wielkością tejże podstawy  $F^*$ ). **Bezpieczne obciążenie**  $k$  gruntu powinno zawsze być stosownie mniejsze od  $t$ . Dla wytrzymałej opoki (gruntu skalistego)  $t$  bywa około  $\frac{1}{10}$  wytrzymałości samej skały na ściskanie, a natenczas  $k$  pozostaje zazwyczaj w granicach od 5 do 15 kg/cm<sup>2</sup>. Mocno uleżały **żwir** lub **piasek** obciąża się zwykle ciśnieniem 2,5 kg/cm<sup>2</sup> (przepisy berlińskiej policji budowlanej określają:  $k = 2,5$  kg/cm<sup>2</sup> dla tak zwanego dobrego gruntu), znosi on jednak do 10 kg/cm<sup>2</sup>, podobnie i sucha **gлина**, jeżeli nie zachodzi obawa jej przemoczenia. Sucha glina i piasek nie w zbitej masie znoszą 2 do 3 kg/cm<sup>2</sup>. Zawsze jednak przy wyborze wartości  $k$  należy uwzględnić i głębokość  $h$  spodu posady ( $k$  wzrasta bowiem wraz z  $h$ , por. wzór powyższy) i okoliczność, czy przemoczenie gruntu jest stałe, czy też zmienne. Ciśnienie na podstawę ma być do niej możliwie prostopadłe i równomiernie rozłożone.

Oprócz średniego obciążenia  $k$  należy zbadać i rozdział ciśnienia na pole podstawy, oznaczając przedewszystkiem największe ciśnienie skrajne, zwłaszcza jeżeli budynek ma znosić i parcia poziome (wiatru, sklepień i t. p.). Wypadkowa wszystkich sił pionowych i poziomych powinna nie wychodzić poza środkową trzecią część szerokości podstawy, (p. Tom I, str. 408) a największe ciśnienie skrajne nie ma przenosić wartości  $k$ , bezpiecznej dla danego gatunku gruntu.

### c. Obgroda wykopu.

Przy napływie wody lub przy posadowieniu pod wodą obgradza się wykop grodzami lub rozgradami (ścianami szpuntbalowemi).

**Grodze jednościenne** przy głębokościach wody do 1,5 m: pale zabijane w odstępach 1,25 do 1,50 m i połączone oczepem, o który się opiera mocne przepierzenie z desek pionowych, zabitych w ziemię na 50 do 60 cm, które od zewnątrz uszczelnia się nasypem ziemi lub nawozu.

**Grodze dwu- i wielościenne** przy głębokościach wody ponad 1,50 m. Według Eytelwein'a szerokość ich, przy wysokości do 2,5 m, ma się równać wysokości, przy grodzach wyższych równa się połowie wysokości + 1,25 m. Dogodne są nieraz grodze wielościenne, zwłaszcza schodkowe: grzbiet niższej grodzy wewnętrznej, rozszerzając górną część wykopu, ułatwia niejednokrotnie roboty. Pale

\*) F. Engesser. Przyczynek do teorii gruntu budowlanego, Centralbl. d. Bauverw. 1893, str. 306; oraz tamże 1893, str. 455.

zabijają się w odstępach po 1,25 m, na 1,3 do 2 m głębokości; dyby w pionowej odległości wzajemnej 1,25 m. Do wypełnienia grodzy nadaje się albo dobrze ubita ziemia gliniasta, możliwie sucha, albo też glina zmieszana z piaskiem, lecz bez części roślinnych lub korzeni.

**Rozgrody.** Na 1 m. bież. liczy się: 5 półpalików (pali z półdrzewa) po 24 cm szerokich, albo tyleż całych pali po 25 cm szerokości, albo wreszcie 3 do 4 bali 11 cm grubych, a 31 cm szerokich, wraz z 1 mb. całego pnia na oczep.

#### d. Posadowienie na gruncie niedogodnym.

##### Wybór sposobu posadowienia. \*)

Jakość wody	Grunt dobry blisko powierzchni	Grunt dobry możebny do osiągnięcia	Grunt dobry nie dający się osiągnąć
<b>1. Wody niema.</b> (Nie stosować drzewa).	Murowanie bezpośrednio na niezamarzającej warstwie gruntu.	1) Wykop aż do gruntu dobrego i murowany. 2) Wykop i filary zesklepione łukami podziemnymi. 3) Skrzynie zabijane lub studnie zapuszczane. 4) Pale żelazne.	1) Rozszerzenie muru u podstawy. 2) Pódryp piaskowy. 3) Sklepien. odziemne. 4) Szeroki pokład betonu. 5) Mur z kamieni na sucho.
<b>2. Woda gruntowa lub na powierzchni, lecz dająca się przemódz.</b> (Drzewo pod wodą jest trwałe).	1) Murowanie bezpośrednio. 2) Oddzielne filary zesklepione łukami podziemnymi. 3) Cienka warstwa betonu (dla zatamowania źródeł). 4) Grodze drewniane lub żelazne, w całości zapuszczane.	1) Studnie zapuszczane. 2) Podziemny ruszt na palach. 3) Pale z wypełnieniem górnej przestrzeni między nimi betonem lub kamieniami. 4) Beton (wyłącznie do zatamowania źródeł).	1) Pódryp piaskowy. 2) Ruszt bez pali. 3) Szeroki pokład betonu. 4) Sklepien. odziemne. 5) Wzmocnienie gruntu ubitą warstwą szabru, albo przez zabicie krótkich pali 6) Ruszt na palach.
<b>3. Woda nie do przemożenia.</b> (Drzewo pod wodą jest trwałe).	1) Beton wśród grodzy drewnianych lub żelaznych, wypełnionych lub nie. 2) Posadowienie pod ściśnięciem powietrzem (pneumatyczne), z grodzami. 3) Studnie (murowane) zapuszczane. 4) Skrzynie zapuszczane, z dnem. 5) Nasyp kamienny lub zatapianie kamieni.	1) Studnie (murowane) zapuszczane. 2) Posadowienie pod powietrzem ściśnięciem. 3) Ruszt nadziemny na palach. 4) Pale żelazne. 5) Czerpanie gruntu i beton. 6) Skrzynie zabijane z rusztem na palach. 7) Zamrażanie gruntu. 8) Pale z betonem lub nasypem kamieni. 9) Czerpanie gruntu, oraz nasyp lub zatapianie kamieni.	1) Ruszt na palach w celu utłoczenia gruntu, na nim skrzynie. 2) Szerokie skrzynie zabijane (zastępujące ruszt bez pali) i posada wydrążona. 3) Pódryp piaskowy w celu wytlóczenia lub utłoczenia gruntu nienośnego. 4) Obciążenie gruntu wokoło, łącznie z poszerzeniem posady murowanej.

\*) Podług: Handbuch der Baukunde, Grundbau, str. 100.

Przy wszystkich, poniżej wyszczególnionych **sposobach posadowienia** dobrze będzie przedsięwziąć uprzednio próbne obciążania gruntu.

1. **Utłaczać** należyście można tylko grunt jednolity, a skutecznia się to przez obciążanie lub ubijanie.

2. **Gruz ubijany.** Ubiwszy należyście sam grunt poddający się, nakładamy gruz oddzielnymi warstwami, około 0,3 m grubości, ubijając każdą z osobna, dopóki grubość całego pokładu gruzu nie dojdzie 1 do 1,25 m. Przy sprzyjających warunkach warstwa grubości 0,5 m zdoła znieść na sobie obciążenie budynkiem dwupiętrowym.

3. **Podsyp z ostrego piasku żwirkowego**, grubego, a czystego powinien być w należytym stosunku poszerzony względnie do podstawy posady, aczkolwiek ze względów bezpieczeństwa przy obliczaniu uważamy za powierzchnię nośną, na której spoczywa cały ciężar budynku, tylko powierzchnię spodniej warstwy muru. Grubość podsypu przynajmniej 0,8 m, lepiej 1,5 do 2 m; podsyp piaskowy narzucamy oddzielnymi warstwami 0,10 do 0,15 m grubości, ułatwiając im równomierne osiadanie przez polewanie wodą i utłaczanie walcami; ubijanie bowiem bywa szkodliwe.

Podsypy takie można obciążać ciśnieniem 2 do 3 kg/cm<sup>2</sup>. Wodę gruntową należy wypompowywać z miejsca stosownie obranego.

W sposób podobny jak podsypy piaskowe działają też płaskie kamienie układane pod posadę, a zalewane niekiedy na spoinach rzadką zaprawą. Niezbędna grubość  $d$  podsypu z piasku lub betonu (p. pod 4) na gruncie miękkim jest według Rankine'a w m

$$d = \frac{10000 p c^2}{\gamma - \gamma_e c^2},$$

jeżeli  $p$  oznacza największe ciśnienie budowli na podstawie w kg/cm<sup>2</sup>,  $\gamma = 1600$  do  $2000$  kg/m<sup>3</sup>, wagę piasku, lub  $\gamma = 1800$  do  $2200$  kg/m<sup>3</sup>, wagę betonu,  $\gamma_e = 1600$  kg/m<sup>3</sup>, wagę miękkiej ziemi, a

$$c^2 = \left( \frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho} \right)^2,$$

w którym to wzorze  $\varrho$  oznacza naturalny kąt zesypu (pochyłość zesypu) dla materiału, z którego się składa grunt. Ponajczęściej bywa  $\varrho = 30^\circ$  do  $37\frac{1}{2}^\circ$ .

Dla $\varrho = 15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$	$37\frac{1}{2}^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
jest $c^2 = 0,346$	0,240	0,165	0,111	0,073	0,059	0,047	0,0296.

4. **Pokład z betonu** bywa również znacznie szerszy od podstawy posady, a zaleca się on przy wysokim poziomie wody i głęboko leżącym gruncie stałym. Jeżeli jest woda, to za obgrodę wykopu starczy rozgroda. Opuszczanie betonu pod wodę odbywa się zapomocą lejów z desek grubości 5 do 8 cm, obitych na krawędziach blachą żelazną, albo też w skrzynkach otwierających się nad dnem wykopu, np. w obracających się naokoło osi podłużnej, dwóch ćwiartkach walca z blachy żelaznej, 1,2 m średnicy, a 1,0 m długich, łącznej objętości około 0,6 m<sup>3</sup>. Beton nasypuje się warstwami, a nale-

ży go opuszczać możliwie prędko i w dużych ilościach, oraz możliwie bez przerw. Zetknięcia z wodą podczas opuszczania należy unikać ponad niezbędną konieczność, jak również rozrzucania lub ubijania betonu pod wodą. Obliczoną według powyższych wzorów (str. 152) grubość  $d$ , uwzględniając niedokładność roboty, jakiej pod wodą nie sposób uniknąć, wypada stosownie powiększyć.

Gdy dobry grunt leży głęboko, układamy chudy beton na sucho, co zaleca się zwłaszcza tam, gdzie główny materiał do betonu (żwir i piasek) jest tani. Warstwa betonu grubości 1 m znosi bezpiecznie na gruncie mało ściśliwym ciężar 4 do 5 kg/cm<sup>2</sup>, na ściśliwym i niejednolitym tylko 2,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Grubości poniżej 0,5 m należy unikać. Warstwa betonu powinna występować poza brzeg posady przynajmniej na  $\frac{3}{4}$  swej grubości.

**Pokład betonowy z wkładkami żelaznymi.** Wkłada się względnie cienkie taśmowniki lub krągowniki (gruby drut) w większej lub mniejszej ilości na krzyż w jedną lub kilka warstw betonu, czyniąc w ten sposób warstwę wytrzymałą na ciągnięcie, które w niej powstać może skutkiem nierównomierności gruntu. Albo też układają wśród warstwy, w kierunku podłużnym ścian, teowniki; ilość belek koło siebie leżących zależy od grubości muru. Połączenia belek na narożnikach i przecięciach są zbyteczne. Wkładki żelazne, pozwalając zmniejszać grubość warstwy betonu, dają oszczędność na czasie przy wykonaniu.

**5. Murowane filary podziemne,** zesklepione łukami, nadają się na posady, gdy dobry grunt nie leży zbyt głęboko i gdy niema wody zaskórnej.

**6. Studnie zapuszczane,** najlepiej okrągłe, używają się, gdy dobry grunt leży głęboko, ponad 6 m do 18 m. Ścianki, przy średnicy 1 do 2 m, w grubościach 1 do 1 $\frac{1}{2}$  cegły. Pod ścianami głównymi rozstawia się studnie podług osi budynku w odstępach środków 2,5 do 3,75 m, zagłębiając je na 0,6 do 1,0 m w grunt stały; pod ścianami drugorzędnymi natomiast odstępki studzien zależą od wytrzymałości gruntu. Studnie należy zesklepiać łukami przynajmniej w 2 cegły grubymi. W narożnikach budynku stawia się po dwie, a często i po trzy studnie odporowe, konieczne złączone ściągami. Przed zaczęciem budowy kopią dół około 4 m w kwadrat, a 1,5 m głęboki i w nim na podwójnym wieńcu z bali murują podmurowanie studni, nadmurowując je w miarę jej zapuszczania. Równomierne opuszczanie się studni podczas jej zapuszczania osiągamy przez sztuczne obciążanie, oraz przez podkopywanie (a pod wodą przez podczerpywanie gruntu). W celu ułatwienia opuszczania się studni, zewnętrzna jej powierzchnia bywa stożkowa, o pochyleniu  $\frac{1}{50}$  do  $\frac{1}{20}$  względem pionu. Dno studni zapuszczonej wypełnia się pokładem betonu, reszta zaś pustej przestrzeni murem z kamienia, na który nadstawia się z kamienia lub z klinkieru opory dla łuków łączących studnie.

**7. Skrzynia zabijana** zastępuje poniekąd studnię murowaną. Plan skrzyni bywa prostokątny lub kwadratowy. Słupy narożne, 12 do

20 cm grube, o złączeniach wzajemnie się mijających, obite z zewnątrz deskami 5 do 8 cm grubości. Skrzynie zabijają się, a raczej zapuszczają podobnie jak studnie. Wysokość skrzyni nie ponad 5,5 do 7 m. Nadstawiając skrzynie jedną na drugą, można osiągnąć głębokości 12,5 do 15 m. Skrzynie wypełniają się do poziomu wody betonem, dalej zaś murem z kamienia, wreszcie łączą się ze sobą (zesklepiają) lukami.

Niewielka zbieżność ścian ku górze (1:50 do 1:25) ułatwia opuszczanie. Złączenie ściągami studni i skrzyń (po linii opór łuków) zapobiega ich usuwaniu się, jest zawsze wielce pożądane, a już wprost niezbędne przy obciążeniu mimośrodkowym (pod ścianami granicznymi) lub przy parciach poziomych. Studnie i skrzynie nadają się zamiast rusztu na palach, osobliwie przy budynkach otoczonych innymi, gdyż ustawienie i przesuwanie kafarów bywa kosztowne i kłopotliwe, a bicie pali szkodziłoby mogło budynkom sąsiednim. Przy znaczniejszym zagłębieniu studni i skrzyń można obciążać grunt więcej niż zazwyczaj.

**8. Ruszt bez pali.** Wszelkie drzewo ma leżeć przynajmniej 0,3 do 0,5 m pod najniższym poziomem wody.

*a.* Ruszt z bali układa się wzdłuż, na poprzecznicach, z bali 8 do 10 cm grubych, leżących w odstępach 1 do 1,25 m.

*β.* Ruszt z podwalin. Na podkładzinach (poprzecznicach) szerokości 24 do 31 cm, przy 16 do 24 cm wysokości, leżących w odstępach 1 do 1,5 m, układa się podwaliny (podłużnice) grubości 21 do 31 cm, w odstępach nie ponad 1,1 m, a podwaliny skrajne w odległości 0,3 do 0,5 m od końców podkładzin poprzecznych. Czasem układ bywa odwrotny: podkładziny podłużne, a na nich krótkie podwaliny poprzeczne. Ruszt wypełnia się kamieniami lub betonem i pokrywa balami grubości 8 do 10 cm, występującymi po 5 cm na każdym końcu. Obciążenie 2 do 3 kg/cm<sup>2</sup>.

**9. Ruszt na palach** sosnowych lub dębowych, których wierzch leżeć powinien conajmniej 60 cm pod najniższym poziomem wody. Grubość pali w m bywa:  $d = 0,12 + 0,03 l$  lub  $d = 0,15 + 0,0275 l$ , jeżeli  $l$  = długości pala w m, a więc dla pali 6-ciometrowych będzie  $d = 30$  do 31,5 cm. Odstępów środków pali w szeregu 0,75 — 1,0 m, a osi szeregów 0,8 do 1,25 m, czyli że jeden pal przypada na 0,60 do 1,25 m<sup>2</sup>. Czopy na palach bywają 16 cm długie, 8 cm szerokie, 5 cm grube; na nich oczepiają się oczepy (podłużnice) przynajmniej 26 cm w kwadrat, które wypadają stykać zawsze ponad palem, a zetknięcie takie wzmacniać łubkami żelaznymi. Podwaliny poprzeczne, t. j. przewiązki lub poprzecznice, 15 do 25 cm grube, wrębiają się w podłużnice w odstępach 2,5 do 3 m, między temi przewiązkami zaś układają się bale 8 do 10 cm grube, przymocowane do oczepów (podłużnic) gwoźdźmi drewnianymi, wyjątkowo zaś żelaznymi. Zacios (ostrze) pala, 1,5 do 2 razy dłuższy od dolnej średnicy pala, uzbraja się dla gruntu zwirowego lub kamienistego grottem żelaznym, wagi 2,5 do 7 kg, zaopatrzonym w dwie lub cztery łapy, którymi grot przyczepia się gwoźdźmi do zaciosu pala.

**Pokład betonu na palach** zastępuje ruszt drewniany, na palach spoczywający, a zaleca się zwłaszcza wtedy, gdy pale nie dosięgły dobrego gruntu i trzymają się tylko tarciami. Warstwa betonu przynajmniej 75 cm gruba, a łby pali zagłębione w beton 15—30 cm. W razie potrzeby beton ochrania się rozgradami od podpiókiwania. Przy dostatecznej grubości pokładu betonowego, można całe pole nim pokryte uważać za nośne.

10. **Pale żelazne (o śrubie)**. Bywają one niekiedy bardzo dogodne, choć drogie. W miękkim gruncie stosują duże średnice śruby i gwint jednozwyty, natomiast w glinie twardej, pomieszanej z kamieniami, gwint dwuzwyty, lecz z każdego gwintu biorą tylko pół zwoju. Oddzielne kawały rur łączą się ze sobą nasówkami na gwint. \*)

### e. Bicie pali.

**Nośność pali**. Jeżeli pal dosięga dobrego gruntu, to można go tak silnie obciążać, jak na to pozwala wytrzymałość na wyboczenie; w żadnym jednak razie bezpieczne obciążenie gruntu nie powinno przekraczać  $k = 20-40$  kg/cm<sup>2</sup> przekroju pola, stosownie do gatunku gruntu (berlińska policja budowlana). Długość pali określa się przez zabijanie pali próbnych. Pale wogóle powinny tkwić 2 do 3 m w dobrym gruncie. Długość pali do 20 m, zwykle jednak nie ponad 12 do 15 m, gdyż przy większych głębokościach inne sposoby posadowienia będą tańsze. Pale, skierowane w dół końcem od wierzchołka, bywają trwalsze niż pale z zaciosem na odziomku. Im bardziej grunt jest zbity, tem mniej smukłym powinien być sam zacios. W piasku, mułku, błocie i t. p. wystarcza proste zaciosanie długości 1,5 do 2 razy większej od dolnej średnicy pala; sam koniec zaciosu powinien być przytępiony w średnicy  $\frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{1}$   $d$ . Groty żelazne, z ostrzem stalowem zalecają się tylko w gruncie żwirowatym lub kamienistym, albo też gdy trzeba przebijać pokład drzewa.

Wpłókiwanie pali w grunt strumieniem wody, z następnem dobijaniem lub lepiej nawet bez niego, zaleca się w gruncie piaszczystym lub żwirowatym, szczególnie jeżeli trzeba unikać silnych wstrząśnień. Ciśnienie wodociągów miejskich starczy zazwyczaj do wpłókiwania pali, a wodę doprowadza się do końca pala rurą gazową (około 50 mm prześwitu) ułożoną we wpustce wyżłobionej wzdłuż pala. Podczas wpłókiwania trzeba pokręcać palem.

Jeżeli koniec pala nie dosięgnie gruntu stałego, to pal przenosi obciążenie swoje tarciami na otaczający go grunt. Nośność pala można w takim razie określić li tylko przez obciążenia próbne, ponieważ tarcie zmienia się w zależności od wzajemnych odstępów pali, oraz od głębokości i wilgotności gruntu. Z ciężaru budynku określa się stosowne obciążenie jednostkowe, przy którym jednakże największe osiadanie się pala nie powinno przekraczać kilku cm. Pale krótkie,

\*) Brennecke, der Grundbau (w Handb. d. Baukunde), nadto Centrbl. d. Bauverw. 1885, str. 279 i nast.

lecz blisko siebie rozstawione, z powodu większego utłoczenia gruntu, znoszą więcej niż długie, lecz w dalekich odstępach zabite.

Jeżeli  $Q$  oznacza wagę baby w kg,  $h$  wysokość jej spadu w cm,  $s$  ilość cm, o jakie się pal zagłębił przy ostatnim uderzeniu,  $R$  opór spotykany po drodze  $s$  w kg, wreszcie  $a = 20\,600$  kg/cm, to podług Brennecke'go \*) będzie:

$$s = \frac{Qh}{R} - \frac{R}{a}, \text{ a więc: } R = 0,5 a \left( -s + \sqrt{s^2 + \frac{4 Q h}{a}} \right).$$

Największe, bezpieczne obciążenie pala jest  $P = R : n$ , przyczem, stosownie do ważności budynku, dobiera się  $n = 4$  do 10.

Obliczenie powyższe zasada się na założeniu, że nośność  $\geq$  tarcia, a wzór sam wyprowadzono z doświadczeń Hurtzig'a, przy których mierzono opór tarcia podczas wyciągania pali. Dla pali rozgrodowych, trących się o grunt nie ze wszystkich stron, wypada wartość współczynnika  $a$  zmniejszyć do:  $a = 13\,000$  kg/cm<sup>2</sup>.

Wzory na nośność pali: Redtenbacher'a, Weisbach'a, Brix'a, Ritter'a, Rankine'a, Wellington'a i in. stosują się tylko do pewnych warunków gruntu, nie posiadają zatem ogólnego znaczenia. \*\*)

**Taranek** (baba ręczna) na 1 do 4-ch ludzi podnosi się zazwyczaj o 1 m, a na każdego robotnika przypada po 15 kg wagi. Lina główna miewa 4 do 5 cm, linki pociągne zaś 1 do 1,3 cm średnicy.

**Kafar pociągany.** Baba waży 150 — 600 kg i bywa najczęściej z żelaza lanego. Jeden robotnik liczy się na każde 15 kg wagi baby. Dzienna ilość uderzeń 4000 — 5000. Kółko do liny, drewniane lub lanożelazne (żeliwne), o średnicy 0,5 — 0,6 m, 30 uderzeń/min., podniesienie 1,2 — 1,5 m. Kafar pociągany nadaje się do mniejszych robót, oraz gdy wypada go często przestawiać, dalej przy gruncie nieściśłym, wreszcie do zabijania rozgród. Nie nadaje się on natomiast przy glinie sprężystej, ściśłym piasku lub żwirze i wogóle na znaczne głębokości.

**Kafar dźwigarkowy.** Baba lanożelazna, 600 — 800 kg, podniesienie 2 — 8 m. **Ręczny kafar dźwigarkowy** wymaga 4-ch do 5-ciu robotników do podnoszenia baby dźwigarką (windą). Moc jednego robotnika: 11 do 13 kgm/sek., jeśli siła jego 14 do 16 kg, przy prędkości 0,8 m/sek. Kafar ten zaleca się przy glinie sprężystej, ściśłym piasku lub żwirze, lecz nie przy kurzawce lub ziemi bagnistej. **Dźwigarkowy kafar parowy** nadaje się szczególnie do robót prowadzonych z rusztowań pływających. Bardziej znane systemy tych kafarów są, np. Schwartzkopff'a, Schramm'a, a z łańcuchem bez końca, np. Menck & Hambrock'a.

**Kafar parowy**, o bezpośrednim działaniu (Nasmyth'a, Schwartzkopff'a, Riggenbach'a, Lewickiego). Baba do 2500 kg, podniesienie 0,8 — 1 m, 75 — 100 uderzeń/min.; albo baba 750 — 1000 kg, podniesienie 2 — 6 m, 3 — 10 uderzeń/min. Silnik 4 — 6 MK. Kafar

\*) Brennecke, Der Grundbau (w Handb. d. Baukde.) str. 145.

\*\*\*) Kreuter i Bubendey w Centrbl. d. Bauverw. 1896, str. 145, 190, 533, 545; 1897, 46 i 160.



parowy nadaje się do zabijania rozgród w kurzawkę, oraz w ziemię bagnistą, przesadzaną warstwami piasku lub żwiru.

## II. MURY.

### a. Rodzaje murów.

#### 1. Mur z kamienia łomowego.

Najmniejsza grubość murowanych ścian zewnętrznych w budynkach mieszkalnych bywa 45 do 60 cm, w Królestwie 2 cegły, czyli 0,55 m. Na 1 m<sup>3</sup> muru z kamieni łomowych lub polnych (narzutowych) potrzeba kamienia prawidłowo ułożonego 1,25 do 1,30 m<sup>3</sup> (jeżeli jednak kamień jest położysty, a grubość muru znaczna, to liczy się tylko 1,05 do 1,10 m<sup>3</sup>), oraz 0,33 m<sup>3</sup> zaprawy.

#### 2. Mur z ciosów.

Przy ciosach starannie obrobionych tylko spoiny zewnętrzne zapełnia się zaprawą wapienną lub kitem do kamieni, a przesuwaniu się kamieni zapobiega się szponami (klamrami) bronzowymi, miedzianymi, albo też żelaznymi ocynkowanymi, których końce zagięte (pazury) mają 2,5 do 4 cm długości. Najlepiej szpony te obsadzać w suche zagłębienia, zalać je ołowiem, który po ostygnięciu należy jeszcze dobić (wsztamować).

Do zalewania w ciosach można nadto stosować zaprawę cementową lub z wapna hydraulicznego, z domieszką drobnego, lecz ostroziarnistego piasku, wreszcie i zaprawę gipsową, właściwą jednak tylko w miejscach suchych.

Wzajemnemu przesuwaniu się kamieni po sobie można też zapobiedz zapomocą przechwytów (kółków, dybli) długości 8 cm, grubości 2 do 5 cm, żelaznych, kamiennych, albo też szpizowych, o przekroju okrągłym, albo kwadratowym, lub też zapomocą zczepików kształtu dwupletwowego.

Do muru zalicowego (za licowaniem z kamienia ciosowego) używa się zaprawa nie zmniejszająca swej objętości podczas tężenia (zaprawa cementowa, albo zaprawa cementowo-wapienna), przyczem trzeba murować możliwie ściśle.

#### 3. Mur z cegły.

a. Wymiary normalnej cegły niemieckiej są; 25 · 12 · 6,5 cm, przyczem objętość jednej cegły wynosi 1,95 l. 1 cegła normalna waży 2,75 do 3,0 kg. 1 klinkier tychże wymiarów: 3,5 kg. Na 1 m wysokości liczą 13 warstw muru (wysokość warstwy 7,7 cm; spoina łożyskowa 1,2 cm, spoina boczna 1,0 cm). Mur z cegły osiada przy wysychaniu o  $\frac{1}{200}$  do  $\frac{1}{150}$  swej wysokości.

Na 1000 cegieł potrzeba 0,55 do 0,70 m<sup>3</sup> zaprawy.

Waga 1-go m<sup>2</sup> muru z cegły w kg.

[Łącznie z obustronną wyprawą razem 3 cm grubości].

Mur w 1/2 cegły (12 cm)	wymaga 50 cegieł,	0,035 m <sup>3</sup> zaprawy;	waży 250 kg
„ 1 „ (25 „ )	„ 100 „	0,07 „ „	„ 450 „
„ 1 1/2 „ (38 „ )	„ 150 „	0,105 „ „	„ 650 „
„ 2 „ (51 „ )	„ 200 „	0,14 „ „	„ 850 „
„ 2 1/2 „ (64 „ )	„ 250 „	0,175 „ „	„ 1050 „
„ 3 „ (77 „ )	„ 300 „	0,21 „ „	„ 1250 „
„ 3 1/2 „ (90 „ )	„ 350 „	0,245 „ „	„ 1450 „

Na 1 m<sup>3</sup> muru pełnego potrzeba 400 sztuk normalnej cegły niemieckiej i 0,28 m<sup>3</sup> zaprawy. Waga 1-go m<sup>3</sup> muru pełnego z cegły palonej wynosi 1600 kg, 1-go m<sup>3</sup> zaprawy wapiennej 1700 kg.

1 mb. cegieł na rąb (rolszycy) wymaga 13 sztuk cegieł i 0,01 m<sup>3</sup> zaprawy.

Podczas roboty z dobrej cegły odpada 10 mu 1 2/3 do 2%. W kosztorysach liczą jednak z dobrej cegły 3% straty na łomie, z pośredniejszej 5 do 8%, a stratę na zaprawie 3 do 5%.

b. Cegły wyrabiane w okolicach **Warszawy** mają różne wymiary zbliżone przeważnie do formatu: 270 · 130 · 70 mm, który umożliwia prawidłowe wiązanie w murze. Na zasadzie tych też wymiarów cegły **Wydział Budowlany Magistratu warszawskiego** obliczył wartości robót mularskich w wydaniu cennika robót i materiałów z r. 1902.

Na 1 m wysokości muru z powyższej cegły liczy się 12 warstw (wysokość warstwy 8,33 cm; spoina łożyskowa 1,33 cm, spoina boczna 1,0 cm).

Przy użyciu cegły tego formatu grubości murów bez wyprawy są:

dla muru w 1/4 cegły 7 cm	dla muru w 2 1/2 cegły 69 cm
„ 1 1/2 „ 13 „	„ 3 „ 83 „
„ 1 „ 27 „	„ 3 1/2 „ 97 „
„ 1 1/2 „ 41 „	„ 4 „ 111 „
„ 2 „ 55 „	„ 4 1/2 „ 125 „

Na 1 m<sup>3</sup> muru pełnego potrzeba średnio 325 sztuk cegieł wymiaru 27 × 13 × 7 cm i 0,28 m<sup>3</sup> zaprawy, (licząc w tem 5% na straty).

1 mb. cegieł na rąb wymaga 12 sztuk cegieł i 0,01 m<sup>3</sup> zaprawy.

## 4. Licowanie ścian.

**Licówka** (cegła licowa) jest o 2 mm w każdym wymiarze większa aniżeli zwyczajna cegła normalna, a zatem wymiary jej dla formatu niemieckiego będą: 25,2 · 12,2 · 6,7 cm.

1 m<sup>2</sup> licowania muru bez otworów, z całych licówek i połówek, w wiązaniu krzyżowym (które to licowanie powinno się wykonywać jednocześnie z samym murem), wymaga 75 całych licówek i 0,052 m<sup>3</sup> zaprawy.

1 m<sup>2</sup> licowania muru bez otworów, z połówek i ćwiartek (które należy uskutecznić dopiero po zupełnem wzniesieniu muru) wymaga po 50 sztuk połówek i ćwiartek i 0,040 m<sup>3</sup> zaprawy.

Spoiny łożyskowe i boczne nie mają być cieńsze niż 1 cm (P. min. p. \*)

### b. Grubość murów.

Stosunek wzajemny grubości murów z różnych materiałów bywa:  
z ciosów, z cegły, z położystego kamienia łomowego  
jak: 5 lub 6 : 8 : 10.

### Grubość ścian z cegły w cm,

podług przepisów berlińskiej policji budowlanej.

Oznaczenia piętra	Budynki mieszkalne						Budynki fabryczne				
	ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami	ściana środkowa z otworami, obciążona stropami	ściana szczytowa bez otworów i nieobciążo- na stropami	ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami	ściana szczytowa z otworami, nieobciążo- na stropami	ściana schodni	ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami	ściana środkowa z otworami, obciążona stropami	ściana szczytowa bez otworów i nieobciążo- na stropami	ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami	ściana schodni
Strych . . .	25-38	.	25	25	25	25	25-38	.	25	25	25
Piętro IV . .	38	38	25	38	25	25	38	38	25	38	25
„ III . . .	38	38	25	38	25	25	51	38	25	38	25
„ II . . .	51	38	25	38	38	25	51	38	38	51	25
„ I . . .	51	38	38	51	38	25	64	51	38	51	38
Przyziom (par- ter) . . .	64	51	38	51	51	38	77	51	51	64	38
Piwnice (pod- ziemie) . .	77	51	51	64	51	38	90	64	51	77	51

1. Mury odosobnione (zagrodowe) miewają grubość przynajmniej  $\frac{1}{12}$  do  $\frac{1}{10}$ , a z kamienia łomowego  $\frac{1}{8}$  wysokości.

Mury z przyporami (kontrforsami). Przy wysokości 3 m i przyporach na 2 cegły grubych, w odstępach do 4,5 m, sam mur między przyporami może być w 1 cegłę; jeżeli zaś odstępy przypór zmniejszą się do 2 m, to sam mur można wykonać w  $\frac{1}{2}$  cegły, lecz na dobrej zaprawie.

2. Ściany frontowe przy wysokości pięter do 4,2 m otrzymują grubość  $1\frac{1}{2}$  cegły w piętrze najwyższem, a w każdym następnem, poniżej leżącym piętrze o  $\frac{1}{2}$  cegły większą. Jeżeli ściana taka łączy się z poprzecznymi w odstępach nie przekraczających 7,5 m, to, podług berlińskich przepisów policyjno-budowlanych, może ona przez dwa najwyższe piętra być  $1\frac{1}{2}$  cegły, a przez każdą parę następnych

\*) P. min. p. w dziale niniejszym oznacza, że przepis podany zaczerpnięto z Przepisów ministerjum pruskiego, wydanych 16 maja 1890 r. pod tytułem: Gebrauchsanweisung für das Technische Bureau der Abteilung für Bauwesen im preuss. Minist. d. öffentl. Arbeiten, Berlin, W. Ernst i Syn.

piętr ma się zgrubiać o  $\frac{1}{2}$  cegły. Mury piwniczne powinny być zawsze o  $\frac{1}{2}$  cegły grubsze od ściany przyziomu, jaka się na nich wznosi. Przy wysokości piętr do 6 m ściany mają być o  $\frac{1}{2}$  cegły grubsze od poprzednio wskazanych, a przy jeszcze większej wysokości przynajmniej o 1 cegłę grubsze. Grubość ścian podstrzesza (trempła) z wystającymi zymсами murowanymi nie ma być mniejsza niż  $1\frac{1}{2}$  cegły.

**Ściany frontowe mniejszych budynków** wiejskich bez piętr, tak mieszkalnych, jakoteż innych, np. stodoł, wozowni i t. p. mogą być  $1\frac{1}{2}$ , a nawet 1 cegłę grube; przy grubości 1-ej cegły pod każdym wiązarem strzechy należy dodać przyporę (zgrubienie) w  $\frac{1}{2}$  cegły, na szerokości 2 do  $2\frac{1}{2}$  cegły.

**Uwaga.** Przy zatwierdzaniu projektów Wydział budowlany warszawskiego Rządu Gubernialnego wymaga następujących grubości murów:

W dwóch najwyższych piętrach 2 cegły, w każdym zaś dwóch następnych, niższych piętrach o  $\frac{1}{2}$  cegły większa.

Ściany w piwnicy o  $\frac{1}{2}$  cegły grubsze od przyziomowych. W budynku czteropiętrowym grubości ścian byłyby zatem:

na IV i III piętrze . . . . .	2 cegły
„ II i I „ . . . . .	$2\frac{1}{2}$ „
w przyziomie . . . . .	3 „
„ piwnicy . . . . .	$3\frac{1}{2}$ „

**3. Ściany szczytowe,** o ile się na nich wspiera strzecha ścięta, uważać należy za przednie ściany zewnętrzne.

**4. Swobodnie stojące ściany szczytowe** otrzymują na strychu grubość 1 cegły z przyporami przynajmniej na 2 cegły szerokiemi, a na  $\frac{1}{2}$  cegły grubemi, w miejscach odpowiadających słupom stolcowym wiązania strzechy. W piętrze najwyższem grubość  $1\frac{1}{2}$  cegły, następne  $1\frac{1}{2}$  do 2 cegieł, następne 2 cegły, następne  $2\frac{1}{2}$  cegły.

**5. Obudowane, graniczne ściany szczytowe.** Wspólne: na strychu 1 cegłę grube, ze zgrubieniem o  $\frac{1}{2}$  cegły na każde 2 piętra poniżej leżące. Nie wspólne, a więc dotykające sąsiedniej ściany szczytowej: Na strychu i dwóch piętrach poniżej leżących 1 cegłę, następne piętra 1 lub  $1\frac{1}{2}$  cegły, w zależności od tego, czy długość frontów będzie 9 do 13 m, czy też większa. W Berlinie graniczne ściany szczytowe miewają na strychu grubość 1 cegły, przyczem słupy stolcowe są omurowane tą ścianą; w dwóch piętrach następnych również 1 cegłę, a na każde dalsze dwa piętra grubość zwiększa się o  $\frac{1}{2}$  cegły.

**6. Wyższe ściany pod strzechą jednochylną,** nie przylegające do sąsiednich budynków, przy więźbach stojących, bywają na strychu 1 cegłę grube, w następnych 3-ch piętrach  $1\frac{1}{2}$  cegły, a na każde 2 piętra dalsze o  $\frac{1}{2}$  cegły grubsze. Ściany takie, przylegające do budynków sąsiednich, miewają grubości podane dla ścian szczytowych. Pod strzechami jednochylnymi i w szczytach na strychu wiążą (w Berlinie) ściany w rozwory, (mur pruski) oblicowują je na  $\frac{1}{2}$  cegły, obejmując również murem na  $\frac{1}{2}$  cegły i słupy stolcowe.

7. **Ściany środkowe**, obciążone belkami, przez 4 wyższe piętra w  $1\frac{1}{2}$  cegły, następne dwa niższe piętra w 2 cegły. Nawet gdy belki dłuższe, sięgając poza ścianę środkową, opierają się i na innej ścianie środkowej (np. wążki korytarz między dwoma szeregami pokojów), jeżeli tylko cała długość belki przekracza 6 m, to ściany te nie powinny być cieńsze niż  $1\frac{1}{2}$  cegły, a przy korytarzach sklepionych niż 2 cegły. Ściany schodni i świetlników bywają przez wszystkie piętra równo grube: przy dobrym ściągnięciu (ściągami) i zaprawie cementowej starczy grubość 1 cegły, lecz przy schodach murowanych lepiej  $1\frac{1}{2}$  cegły.

8. **Ściany przedziałowe** bywają zazwyczaj przez trzy wyższe piętra  $\frac{1}{2}$  cegły, niżej zaś co najmniej 1 cegłą grubę. Przy sieniach głównych i wielkich salach 1 do  $1\frac{1}{2}$  cegły. Nadto stosują i ściany w rozwory (mury pruskie) z wypełnieniem cegłą i wyprawą, albo też mury z cegieł dziurkowatych, stawianych na store, na zaprawie cementowej, dalej ściany systemu Rabitz'a lub Monier'a, oraz ściany ze szkieletu żelaznego, obłożonego obustronnie płytkami gipsowymi, 5 do 7 cm grubości, wreszcie przepierzenia rozpornicowe, obustronnie wyprawione. Ściany takie, wymagając podparcia tylko w końcach, nadają się na przegrody na stropach nie podpartych w danym miejscu.

9. **Grodziżary**, czyli mury przeciwpożarne, wewnątrz budynków należy rozmieszczać w odstępach co 40 m, przez całą głębokość budynku i przez wszystkie piętra. Grodziżary powinny mieć przynajmniej 1 cegłą grubości i wystawać ponad strzechę przynajmniej na 20 cm. Z drewnianą więźbą strzechy mogą się one łączyć jedynie za pomocą kotew; należy przeto z każdej strony grodziżaru umieścić wiązary. Na strychu drzwi samozamykające się, podwójne (żelazne, albo lepiej systemu Rabitz'a lub Monier'a), najlepiej z progiem kamiennym i odrzwicą z ciosów.

10. **Mury odziomkowe** (cokułowe) mają zazwyczaj na zewnątrz odsadzkę szerokości 4—5 cm, którą należy odvodnić. Przy mieszkaniach suterynowych odziomek powinienby być przynajmniej 1,3 do 1,6 m wysoki. Grubość muru odziomkowego bywa o  $\frac{1}{2}$  cegły większa od grubości ścian przyziomu (parteru), na nim spoczywających.

11. **Mury posadowe i podziemne**. Głębokość niezbędną p. str. 149 i nast. Grubość wierzchu posady bywa zazwyczaj o  $\frac{1}{2}$  cegły większa od grubości odziomka na nim spoczywającego, a należy ją obliczać podług obciążenia posady przez budowlę. Spód posady w dobrym gruncie może znajdować się o 0,3 do 0,5 m poniżej posadzki piwnic, a wymiary podstawy oznacza się w ten sposób, ażeby nie przekroczyć bezpiecznego obciążenia gruntu (p. str. 150 i 159, oraz Tom I, str. 339).

Całą wysokość posady dzielą zwykle odsadzkami na ławy około 1,5 m wysokie, najniższa zaś ława, czyli ława właściwa (bankiet) bywa tylko 0,4 do 0,5 m wysoka. Odsadzki miewają zwykle po  $\frac{1}{2}$  cegły z każdej strony, a w murach z kamienia łomowego po 15 cm; w żadnym razie szerokość odsadzki jednostronnej nie powinna przekraczać 0,6 do 0,8 wysokości odnośnej części posady.

## c. Robocizna przy wznoszeniu murów. \*)

(według Gauthey'a).

Dzionki robocze/m<sup>3</sup> muru. \*\*)

Rodzaj muru.	Wydobywanie kamienia z łomów	Obciosywanie kamienia (kamienniarzy)	Murowanie (mułarzy)	Pomoc (robotników)
Mur z kamienia na sucho . . . . .	0,85		1,33	0,67
Mur z cegły { zwykły . . . . .			0,80	0,80
{ w sklepieniach . . . . .			1,20	1,20
Mur warstwowy, zwykły, z kamienia łomowego . . . . .	0,85		1,20	1,20
Mur z przyciosanego kamienia łomowego . . . . .	1,20	2,00	1,20	1,20
Sklepienia z przyciosanego kamienia łomowego . . . . .	1,20	3,00	1,20	1,20
Mur z ciosów (z miękkich) } od . . . . .	2,40	3,30	1,33	1,33
} do . . . . .	3,30	8,00	2,70	2,70

Ilość dzionek na łamanie i ciosanie kamieni twardszych:

Na piaskowiec twardy 2 razy więcej niż na miękki.

Na wapień twardy, marmur i granit 3 do 4 razy więcej niż na miękki piaskowiec.

Powierzchnie krzywe wymagają w stosunku do płaskich:

$$\left(1 + \frac{0,75}{\text{promień w m}}\right) \text{ razy więcej pracy.}$$

Rozbieranie murów starych . . . . . 0,67 dzionki robotnika.

Rusztowania dla murów zwykłych 0,27 " " "

## d. Otwory w murach.

## 1. Okna.

Szerokość najmniejsza 0,3 m, zwykła 0,9 do 1,25 m. Okna dwuskrzydłowe w budynkach mieszkalnych 0,9 do 1,5 m szerokości; trzyskrzydłowe (weneckie) 1,5 m do 2,5 m. Wysokość ponad oknem do stropu w budynkach murowanych co najmniej 25 cm, w ścianach w rozzwory przynajmniej 16 cm.

Wysokość podoknia 75 do 90 cm, zwykle 78 do 80 cm.

## 2. Drzwi.

Szerokość w prześwicie muru:

Wrota stodół . . . . . 3,2 do 4,5 m

" wozowni . . . . . 2,5 " 3,2 "

Drzwi stajni . . . . . 1,25 " 2,0 "

Wrota przejazdowe (bram) . . . . . 2,5 " 3,5 "

\*) Porównaj: Dział XI, l. A. B. 7.

\*\*) Dzionką nazywamy wytwórczość robotnika w czasie całodziennej pracy, dniówką natomiast płacę za dzień pracy.

Zewnętrzne drzwi wejściowe . . . . .	1,5	do	2,25	m
Drzwi do sal . . . . .	1,5	"	2,25	"
Podwoje w bawialniach . . . . .	1,25	"	1,5	"
Jednoskrzydłowe drzwi w pokojach zwykłych . . . . .	1,0	"	1,25	"
Drzwi w małych pokojach . . . . .	0,9	"	1,1	"
Drzwi do kuchni . . . . .	0,9	"	1,1	"
Drzwi do spiżarni . . . . .	0,7	"	0,9	"
Drzwi ukryte (w obiciu) . . . . .	0,6	"	0,7	"

Wysokość równa w przybliżeniu podwójnej szerokości, jednakże nigdy nie mniej niż 2 m. W przejazdach wysokość użyteczna w prześwicie przynajmniej 2,8 m. Drzwi zewnętrzne, wejściowe, oraz wrota bram, cofają się za lico muru przynajmniej na 25 cm, a wytwarzające się przytem obustronne węgary mają być przynajmniej 12 cm szerokie; drzwi wewnętrzne z odrzwicą (cargą), albo też mocowane do wsadek (tybli) i zaopatrzone w naddrzwicę, ponad którą przesklepia się łuk 25 do 38 cm gruby. Otwory w murach na drzwi wewnętrzne powinny być o 10 cm szersze i 5 cm wyższe niż zamierzony prześwit drzwiowy. (P. min. p.).

### e. Sklepienia.

Obliczenie objętości p. Tom I, str. 137.

Obliczenie statyczne p. Dział XV, rozdz. IV.

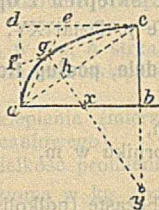
#### 1. Wykreślenie linii kabłąkowatej. \*)

Linia kabłąkowata, dawniej z niemiecka koszykową zwana, składa się z nieparzystej ilości łuków kołowych, przechodzących stycznie jeden z drugi w t. n. punktach zmiany krzywości. Dane są zazwyczaj: rozpiętość i strzałka.

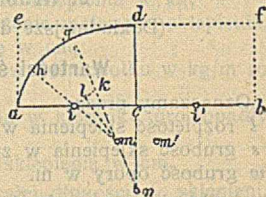
##### a. Opory leżą na jednym poziomie.

1. W prostokącie  $abcd$  (rys. 873) dwójsieczne  $cf$  i  $ae$  kątów  $acd$  i  $cad$  przecinają się w  $g$ , a prostopadła  $gh$ , spuszczone z tego punktu na  $ac$ , odcina punkty:  $x$  na  $ab$  i  $y$  na  $bc$ , któreto punkty  $x$  i  $y$  są szukanymi środkami łuków  $ag$  i  $cg$ . Tylko jedno rozwiązanie jest tu możebne.

Rys. 873.



Rys. 874.



2. Dane  $ac$  i  $cd$  (rys. 874). Dowolnie, lecz właściwie dobranym promieniem  $nd$  zataczamy łuk koła  $dg$  ze środka  $n$ , leżącego na  $dc$ . Z podobnie dowolnie obranego punktu  $i$  na  $ac$  zataczamy promieniem  $ia$  tymczasowo nieograniczony łuk koła  $ah$ . Odcinamy  $gk = ai$  (a więc  $= hi$ ).

\*) Puller: Obliczenie linii kabłąkowatych, Centrabl. d. Bauv. 1894, str. 170.

Ze środka  $l$  kresy  $ki$  wyprowadzamy prostopadłą do niej linię  $lm$ , która odcina na  $gn$  punkt  $m$ .

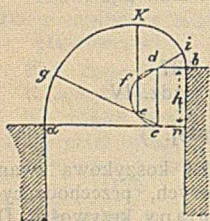
Punkty  $i$ ,  $m$ , oraz symetrycznie do nich względem pionu  $dc$  leżące punkty  $i'$  i  $m'$ , i punkt  $n$  są szukanymi 5-cioma środkami łuków kołowych linii kabłąkowej, a punkty  $g$  i  $h$  (oraz symetryczne do nich punkty) są punktami zmiany krzywości.

Liczba rozwiązań w danym przypadku jest nieograniczona, w zależności od wyboru położenia punktów  $n$  i  $i$ , które jednak dogodnie będzie zbliżyć wedle możliwości do położenia punktów  $M$  i  $N$  w rys. 12, na str. 106-ej, Tomu I-go, przez co kształt linii kabłąkowej zbliży się do kształtu elipsy.

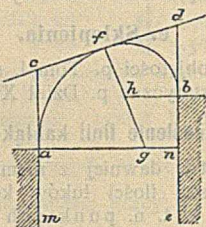
### β. Punkty oporów leżą na różnych poziomach.

1. Dane: (rys. 875) rozpiętość  $l = an$ , i wspanięcie  $h = nb$  punktu  $b$  ponad  $a$ . Na  $an$  odcinamy  $nc = \frac{1}{2}l - \frac{3}{4}h$  i kreślimy  $cd \parallel nb$ , a zatoczywszy półkole ponad  $cd$ , jako średnicą, dzielimy jego obwód na 3 równe części. Punkty kresowe tych 3-ch części, t. j. punkty  $c$ ,  $e$ ,  $f$  i  $d$ , będą szukanymi środkami łuków kołowych:

Rys. 875.



Rys. 876.



$ag$  (o promieniu  $ca$ ),  $gk$  (o prom.  $eg$ ),  $ki$  (o prom.  $fk$ ) i  $ib$  (o prom.  $di$ ).

2. Dany punkt opory  $a$  (rys. 876), rozpiętość  $an$  i położenie  $cd$  wspólnej stycznej obydwu łuków w punkcie zmiany krzywości.

Ściany oporowe  $ma$  i  $eb$  są, jak i poprzednio, do siebie równoległe. Przedłużamy  $ma$  do  $c$  i  $eb$  do  $d$ , t. j. aż do danej stycznej i odcinamy  $cf = ca$ , oraz  $db = df$ , a określimy w ten sposób położenie drugiej opory  $b$  sklepienia wspaniętego. Prostopadła na  $cd$ , wyprowadzona z punktu  $f$ , t. j.  $fg$ , odetnie szukane środki  $h$  i  $g$  na poziomach  $an$  i  $bh$ .

## 2. Grubość sklepień i opór.

(Dokładniejsze dane p. Dział XV, rozdz. IV).

### 1. Wartości średnie, podług Rondelet'a.

Oznaczamy przez:

- $l$  rozpiętość sklepienia w m,
- $s$  grubość sklepienia w zworniku w m,
- $w$  grubość opory w m.

a) Sklepienia z cegły, kolebczaste (półkolisty):

1. pachwiny do pełnej wysokości zwornika poziomo zamurowane:  $s = \frac{1}{48}l$ ,  $w = \frac{1}{11}l$ ;



2. pachwiny do połowy wysokości zamurowane, a grzbiet tego zamurowania równoległy do podniebienia:  $s = \frac{1}{36} l$ ,  $w = \frac{1}{9} l$ ;
3. pachwiny do połowy wysokości zamurowane, a zamurowanie to zbieżnie wyrównane ku zwornikowi:  $s = \frac{1}{18} l$ ,  $w = \frac{1}{10} l$  (w węzłowie  $s_1 = \frac{1}{32} l$ ).

β) Dla sklepień z kamienia łowego wartości powyżej podane należy pomnożyć przez 1,5 do 1,6.

γ) W kolebczastych, tak półkolistych, jako też eliptycznych sklepieniach z ciiosów, w założeniu, że w węzłowie sklepienie jest 2 razy grubsze niż w zworniku, ( $s_1 = 2s$ ), będzie grubość zwornika:

1. w silnie obciążonych sklepieniach mostowych:  $s = 0,04l + 0,32$  m;
2. w średnio obciążonych sklepieniach: . . .  $s = 0,02l + 0,16$  m;
3. w sklepieniach nieobciążonych: . . .  $s = 0,01l + 0,08$  m.

(Podług Perronet'a dla sklepień mostowych jest:  $s = 0,035l + 0,16$  m, dla  $l < 24$  m; dla rozpiętości większych  $s = \frac{1}{24} l$ , z tem samym założeniem, że grubość sklepienia od zwornika do węzłowie zgrubia się stopniowo do podwójnej grubości).

Jeżeli opory nie są nadmurowane ponad poziom wierzchu sklepienia, to:

- dla sklepień półkolistych: . . . . .  $w = \frac{1}{5} l$ ,  
 „ „ kabłąkowatych i spłaszczonych do .  $\frac{1}{4} l$ ;  $w = \frac{1}{4} l$ ,  
 „ „ „ „ „ poniżej  $\frac{1}{4} l$ ;  $w = \frac{2}{7} l$ .

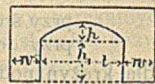
Grubość opór dla sklepień zamurowanych do poziomu (rys. 877):

$$w = \frac{l}{8} \frac{3l - h}{l + h} + \frac{1}{6} h_1 + 0,3 \text{ m};$$

Rys. 877.

dla sklepień półkolistych, u których  $h = \frac{1}{2} l$ ,  
 będzie zatem:

$$w = \frac{5}{24} l + \frac{1}{6} h_1 + 0,3 \text{ m}.$$



Posady ścian oporowych wykonywa się z wieloma odsadzkami o szerokości 15 do 20 cm, a wysokości dwa razy większej; całe zaś rozszerzenie posady bywa  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  szerokości  $w$  samej opory.

## 2. Sklepienia łączaste (pruskie).

Jeżeli:  $P$  oznacza całkowite obciążenie sklepienia w kg,

$l$  w  $\text{kg/cm}^2$  bezpieczne naprężenie materiału sklepienia,

$l$  rozpiętość w cm,  $h$  strzałkę w cm,

$z_0 = P : l$  obciążenie sklepienia w wierzchołku w  $\text{kg/m}$  rozpiętości,

$L$  długość sklepienia (mierzona w kierunku prostym do muru czołowego).

$\rho$  średnia wielkość promienia sklepienia w cm,

$H$  parcie poziome w kg (na całej długości  $L$  sklepienia), to będzie:

$$H = \frac{Pl}{8h} = \rho z_0 = \rho \frac{P}{l},$$

a grubość niezbędna w zworniku:  $s = \frac{H}{kL}$  w cm,

wreszcie grubość niezbędna w węzłowie:  $s_1 = s \frac{l^2 + 4h^2}{l^2 - 4h^2}$  w cm.

W polach skrajnych zakłada się ściągę w odstępach 1,25 do 1,5 m, dla zniesienia części parcia poziomego  $H$ , działającego na odnośnej długości. Płaskie sklepienia łączyste, o grubości  $\frac{1}{2}$  cegły, w zasadzie nie powinny mieć rozpiętości większej nad 2,50 m, zaleca się zaś nie przekraczać 1,5 m; przy grubości w jedną cegłę do 5 m rozpiętości. Sklepienia łączyste na belkach żelaznych powinny się zawsze opierać na dolnych pasach belek. Strzałka nie ma być mniejsza niż  $\frac{1}{8}$  rozpiętości. Sklepienia z betonu cementowego, ubijanego p. str. 177.

Grubość ścian oporowych dla sklepień łączystych  $w = \frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{5} l$ .

Ilość materiału. Na 1 m<sup>2</sup> rzutu poziomego sklepień łączystych w  $\frac{1}{2}$  cegły, bez podłęczы wzmacniających, liczy się 75 cegieł i 0,055 m<sup>3</sup> zaprawy, a przy wzmocnieniu podłęczymi szerokości  $1\frac{1}{2}$  cegły i grubości 1 cegły w odstępach 3 metrowych: 82 cegły i 0,06 m<sup>3</sup> zaprawy.

Objętość sklepień łączystych p. Tom I, str. 137, 13.

### 3. Różne dane o sklepieniach.

**Ugięcie** się ( $f$ ) krążyn pod sklepieniami. Jeżeli  $l$  oznacza rozpiętość, a  $h$  strzałkę, to dla krążyn wieszarowych będzie:

przy średnim ich wykonaniu:  $f = 0,02 (l - h)$ ,

przy dobrem ich wykonaniu:  $f = 0,01 (l - h)$ ,

a dla krążyn podpartych, dobrze zbudowanych:  $f = 0,005 (l - h)$ .

**Osiadanie sklepień** w sobie, t. j. niezależnie od krążyn, bywa  $\frac{1}{111}$  rozpiętości w sklepieniach półkolistych, a  $\frac{1}{100}$  w spłaszczonych.

**Sklepienia kolebczaste**, półkoliste, łącznie z zamurowaniem pachwin, wymagają na 1 m<sup>2</sup> rzutu poziomego, przy grubości sklepienia  $\frac{1}{2}$  cegły (do 5 m rozpiętości) cegieł 95 i zaprawy 0,07 m<sup>3</sup>; przy grubości 1 cegły (ponad 5 m rozpiętości) cegieł 190 i zaprawy 0,14 m<sup>3</sup>. Takież sklepienia spłaszczone (eliptyczne, kabłąkowate): cegieł 90 i zaprawy 0,065 m<sup>3</sup>, względnie cegieł 180 i zaprawy 0,13 m<sup>3</sup>. Ilości materiału na sklepienia wysmukłe i ostrołukowe należy obliczać bezpośrednio. Podłęczы wzmacniające, w odstępach 1,5 do 2,5 m, miewają  $1\frac{1}{2}$  cegły szerokości, a 1 do  $1\frac{1}{2}$  cegły grubości. Grubość opory sklepień półkolistych:  $w = \frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{5} l$ ; sklepień spłaszczonych:  $w = \frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{4} l$ ; sklepień wysmukłych i ostrołukowych:  $w = \frac{1}{5}$  do  $\frac{1}{6} l$ .

**Sklepienia kopankowate** (klasztorne). Grubość sklepień taka sama jak w sklepieniach kolebczastych; grubość opór natomiast, przy tej samej rozpiętości, bywa o  $\frac{1}{3}$  mniejsza dla sklepień zbudowanych nad kwadratem, a o  $\frac{1}{4}$  mniejsza dla sklepień nad prostokątem.

kątem, którego jeden bok jest dwa razy większy od drugiego. Ściany oporowe potrzebne są ze wszystkich stron.

**Sklepienia kopulaste** (kopuły, sklepienia baniaste) postaci półkuli nad kołem, wpisaniem w wielokąt planu lub też około niego opisanem, budują się warstwami, z wieńców kolistych, z których każdy mógłby stanowić stateczne zakończenie kopuły. Pachwiny zamurowywa się wokół. Wezgiłowie murują nieraz do pewnej wysokości z warstw poziomych. Jeżeli przez  $d$  oznaczymy średnicę półkuli sklepienia, to grubość ścian oporowych będzie:  $w = \frac{1}{6}$  do  $\frac{1}{8} d$ ; grubość zaś samej kopuły w wezgiłowiu:  $s_1 = \frac{1}{20} d$  (niemniej jednak niż 1 cegła); a w zworniku (oddzielny kamień zwornikowy):  $s_1 = \frac{1}{20} d$  (niemniej jednak niż  $\frac{1}{2}$  cegły). W kopułach otwartych, otwór wierzchołkowy może być dowolnej wielkości, lecz wieniec zwierający należałoby wykonywać z ciosów, a jeżeli z cegły, to nader starannie, na wzór podłęczy.

**Sklepienia żaglaste** (czeskie) są płaskimi sklepieniami kopulastymi, o wielkim promieniu, najczęściej nad kwadratem lub prostokątem, sklepione pomiędzy podłęczami o wysokości 1 do  $1\frac{1}{2}$  cegły i szerokości  $1\frac{1}{2}$  cegły. Rozpiętość nie większa niż 5 m, przy  $\frac{1}{2}$  cegły grubości i strzałce od  $\frac{1}{8}$  do  $\frac{1}{12}$  rozpiętości.

Ilość materiału: na 1 m<sup>2</sup> rzutu poziomego, bez podłęczy i zamurowania pachwin, potrzeba: przy  $\frac{1}{2}$  cegły grubości: cegieł 56 i zaprawy 0,04 m<sup>3</sup>, a przy  $\frac{1}{4}$  cegły grubości: cegieł 28 i zaprawy 0,037 m<sup>3</sup>.

**Sklepienia krzyżowe.** Grubość opór:  $w = \frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{6} l$ , przy kształcie półkolistym lub spłaszczonym, a  $w = \frac{1}{5}$  do  $\frac{1}{7} l$ , przy ostrołukowym, jeżeli przez  $l$  oznaczymy rozpiętość podłęczy przekątnych; opory potrzebne są tylko w narożnikach. Grubość sklepień zazwyczaj  $\frac{1}{2}$  cegły, podłęczy przekątnych zaś 1 na 1 do  $1\frac{1}{2}$  cegły, przy rozpiętościach do 6 m; przy większych sklepienia w jedną cegłę, a podłęczą  $1\frac{1}{2}$  na 2 cegły. Strzałka po osi sklepień  $\frac{1}{60}$  do  $\frac{1}{30} l$ .

Ilość materiału. Na 1 m<sup>2</sup> rzutu poziomego półkolistych sklepień krzyżowych w  $\frac{1}{2}$  cegły, z podłęczami przekątnymi, o przekroju  $1\frac{1}{2} \times 1$  cegły, potrzeba: cegieł 125 i zaprawy 0,09 m<sup>3</sup>; dla takichże sklepień spłaszczonych: cegieł 95 i zaprawy 0,07 m<sup>3</sup>. Objętość sklepienia krzyżowego, prostokątnego p. Tom I, str. 137 p. 14.

**Podłęczą** obliczają zwykle jako mur pełny, od którego odejmują objętość otworu w prześwicie.

Wszelakie łuki, a więc i podłęczą, można sklepić, wysadzając wezgiłowia z warstw poziomych, poczynając od opory aż do tego punktu, którego normalna ma pochyłość 30° względem poziomu.

## f. Ściany rozworowe.

### 1. Ściany w rozwoły drewniane (mury pruskie).

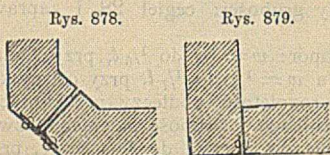
**Wymiary.** Przycieś przynajmniej o 0,5 m wzniesiona nad ziemię i przy budynkach lżejszych 16 cm szeroka, a 12 cm wysoka,

przy budynkach cięższych zaś 22 cm szeroka, a 16 cm wysoka. Słupy w odstępach 1 do 1,5 m: pośrednie o przekroju 12·12 do 12·16 cm, narożne zaś 16 do 20 cm w kwadrat. Pola zwykle 1,2 do 1,5 m<sup>2</sup>; pola narożne, w miarę potrzeby, z zastrzałami, a natenczas 1,3 do 1,6 m szerokie. Pochyłość zastrzałów  $\frac{1}{6}$ . Nadciesie (ramy) o przekroju 12·16 cm, a w razie obciążenia belkowaniem, grubsze. Ściany 2,5 m wysokie miewają jeden szereg rozwór, przy wysokości 3,5 m dwa, a przy wysokości ponad 4 m trzy szeregi rozwór.

**Ilość materiału:** Na 1 m<sup>2</sup> ściany, liczonej bez potrącenia powierzchni drewnianych, potrzeba: 2,2 do 2,5 mb. drzewa; na proste zamurowanie pół: cegiel 35 i zaprawy 0,025 m<sup>3</sup>; na oblicowanie ściany, wraz z obmurowaniem na  $\frac{1}{2}$  cegły części drewnianych: cegiel 75 i zaprawy 0,05 m<sup>3</sup>; na zamurowanie pół z pełnym oblicowaniem na  $\frac{1}{2}$  cegły grubem: cegiel 85 i zaprawy 0,06 m<sup>3</sup>.

## 2. Ściany w rozwory żelazne.

Gdy szkielec żelazny ma być wypełniony murem na  $\frac{1}{2}$  cegły, natenczas dwuteownik Nr. 14 profilu niemieckiego będzie najpodatniejszy na słupy, rozwory, podwaliny i nadciesie, na odrzwice i oknice. Jeżeli cegła znajduje dostateczne oparcie w słupach, to na rozwory starczą i kątowniki, a gdy



Rys. 878.

Rys. 879.

wstawiają kątowniki, a gdy odstęp między słupami nie przekracza 1,25 m, to można opuścić wszelkie rozwory, z wyjątkiem rozwór nad i pod otworami na okna lub drzwi. Zastrzały w jednym do dwóch pól dla przeciwdziałania przesuwaniu (parciu poziomemu).

Ustrój narożników p. rys. 878 i 879. Waga średnia ścian w rozwory żelazne, grubości  $\frac{1}{2}$  cegły, bywa 265 kg/m<sup>2</sup>.

### g. Warstwy przeciwwilgociowe.

Warstwy takie, o ile nie ma piwnic, powinny leżeć przynajmniej o 0,15 do 0,3 m ponad ziemią.

Warstwa z **asfaltu** naturalnego na każdy cm grubości wymaga 16 kg/m<sup>2</sup> masy asfaltowej i 10 kg/m<sup>2</sup> grubego piasku; warstwy takie bywają zazwyczaj 1,5 do 3 cm grube.

Asfalt sztuczny wymaga na każdy cm grubości: 4,5 l/m<sup>2</sup> mazi (smoły) pogazowej, 0,7 kg/m<sup>2</sup> kałafonii i 0,005 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> wapna.

**Płyty z pilśni asfaltowej**, 0,7 do 1,0 cm grube, a 81 cm długie, dostarczają się w szerokościach przystosowanych do grubości muru. Waga 10,5 do 15 kg/m<sup>2</sup>. Płyty układają się płasko na murze posadowym, z zakładką 5 cm. Spajanie płyt jest zbyt ciężkie. Płyty do pokrycia sklepień bywają 1,0 do 1,3 cm grube, 81 cm szerokie i 3 do 4 m długie. Waga 15 do 17 kg/m<sup>2</sup>. Zakładka 8 do 10 cm, za-

leżnie od pochyłości powierzchni sklepienia, przyczem wyżej położona płyta zachodzi zawsze na niższą. W celu zapobieżenia zgrubieniu w spoiniach, grubość płyt wzdłuż krawędzi zmniejszają do połowy. Brzegi te powleka się gorącym lakiem asfaltowym, przez co łączą się one ściśle ze sobą, a gotowe spoiny smaruje się jeszcze z wierzchu tymże lakiem. Na gotowy pokład płyt daje się nadto powłokę z mieszaniny mazi pogazowej z asfaltem, na co, łącznie z wyrobieniem spojeń, potrzeba na 1 m<sup>2</sup> pokrycia płytami: po 2 kg laku asfaltowego i 2 kg mazi pogazowej.

**Blacha ołowiana**, 1,6 mm gruba, wagi 18,2 kg/m<sup>2</sup>. Stosują też warstwę przeciwwilgociową, uprzywilejowaną, Siebel'a, składającą się z cieniutkiej blachy ołowianej między dwiema warstwami papieru asfaltowanego.

**Szyby (szkliny) ze szkła zielonego**, ułożone wśród grubej warstwy zaprawy wapiennej (lub cementowej). Warunkiem nieodzownym jest staranne przesianie piasku na tę zaprawę. \*)

**Maź (smoła) pogazowa** i maź węgla kamiennego z dodatkiem przetopionej smoly (t. j. twardej) drzewnej, albo też bez niej.

**Zaprawa cementowa**, o składzie na objętość: 1 część cementu, 2 części piasku, 1/4 do 1/6 części ciasta wapiennego. Warstwa grubości 1,5 do 2,5 cm.

**Dwie warstwy klinkieru (szklistego)** na zaprawie cementowej.

**Płyty łupkowe**: dwie warstwy tuż nad sobą, ułożone na zaprawie cementową.

**Tektura smołowcowa**: Zwoje jej w handlu bywają 1 m szerokie przy długości 7,5 do 20 m.

**Od wilgoci hocznej zabezpiecza się** posady i mury piwniczne od zewnątrz powłoką gudronową (asfalt z domieszką 25% odpadków naftowych), albo też obrzutką (rapowaniem) z zaprawy cementowej. Stosują też w tym celu i warstwę powietrzną, pionową, wśród muru. Warstwa taka, 5 do 7 cm gruba, łączy się z powietrzem zewnętrznym, lepiej jeszcze z kominem.

### III. STRZECHY.

**Obliczenie statyczne i obciążenia** wagą własną, śniegiem i parciem wiaru p. dział XV.

#### A. Nośne części strzechy.

##### a. Uwagi ogólne.

**Łacenie.** Łaty 6 do 7,5 m długie, o przekroju 4·6,5, albo 5·8 cm; strata w odcinkach 5%. Odstępy środków łąt pod kar-

\*) Karol Knaus, O warstwie izolacyjnej ze szkła zwyczajnego, „Architekt“ 1902, str. 25 i nast.

piówkę, przy kryciu pojedynczym (jednowarstwowym) 20 cm, przy podwójnym, równomiernym (zwykłym) 14 cm, w łuskę zaś 25 cm; pod esówkę (holendrówkę) 31,5, albo 23,5 do 29 cm; pod wpustówkę 30 do 31 cm, pod łupek angielski 18 do 35 cm.

**Deskowanie** (szalowanie) 1-go m<sup>2</sup> strzechy deskami tartemii, grubości 2 do 2,5 cm, przy metrowym odstępnie gwoździ, wymaga: 5,25 mb. desek 20 cm szerokich i 18 łaciaków (gwoździ do łat). Pod łupek i blachę stosują deskowanie z odstępami 1 cm między deskami, które przybija się albo w kierunku krokwi do leżni drewnianych, przytwierdzonych do krokwi, a ułożonych w odstępach 1 do 1,25 m (przy wiązarach żelaznych odstępnie te dosięgają i 3-ch m), albo też bezpośrednio do krokwi, układając natenczas deski w kierunku prostym do kierunku krokwi. Cynkową blachę falistą, profilu E układają na łatach, ale też i na półdeskowaniu z desek szerokich 15 do 20 cm, a układanych z odstępami tej samej szerokości, wreszcie na pełnym deskowaniu. Warstwiec (holcement) układa się na deskowaniu 2,5 do 3,3 cm grubym, z desek na wpust; tektura smołowcowa na podobnym deskowaniu 2,5 cm grubym.

**Krokwie:** Rozpiętość 3,5 do 5 m, zazwyczaj około 3,8 m; przy tej rozpiętości i podanych poniżej odstępach międzykrokwiowych starczy zazwyczaj przekrój 10-14 cm, a pod warstwiec 12-16 cm. Pod lekkie pokrycie starczą krokwie 16 cm wysokie, przy rozpiętości 5 m.

#### Odstępy między środkami krokwi.

Pod karpówkę pojedynczą, oraz esówkę . . . . .	1,0 do 1,1 m,
" " podwójną lub w łuskę . . . . .	0,9 — 1,0 m,
" wpustówkę (francuską) . . . . .	0,9 — 1,0 m,
" łupek, najlepiej . . . . .	1,0 m,
" tekturę smołowcową lub blachę . . . . .	1,0 — 1,25 m,
" warstwiec . . . . .	0,7 — 0,8 m,
" pokrycie asfaltowe . . . . .	0,8 — 0,9 m.

#### b. Strzechy drewniane.

**Strzecha dwuchyłna**, w ustroju z jętką (por. Dział XV). Każda para krokwi łączy się ze sobą u grzbietu strzechy zwidleniem, t. zn. na czop widlasty, stopy zaś krokwi łączą się na wręb z podstopnicą (ułożoną na końcach belek wzdłuż ściany), albo też na zacięcie bezpośrednio z końcem belek. Środki krokwi przynależnych łączą się ze sobą poziomymi rozporami, t. zw. jętkami (kelbelkami), a jeżeli w jednym koźle krokwiowym jest więcej jętek ponad sobą, to najwyższa zwie się grzędą. Koniec jętki łączy się z krokwią na wciós w pletwę, z niemiecka też w „jaskótczy ogon“ zwany. W razie zbyt wielkiej długości jętek dolnych ustawia się w wiązarach głównych (w odstępach 4 do 5 m, przystosowując się do filarów międzyokiennych) stojce z ramionami, na których czopy nasadza się obwodzina, podpierająca jętki krokwi jał-

wych, t. j. niewiązarowych. Ustrój taki zastępuje zarazem podłużne, przeciwwiatrowe wykrzyżowanie strzechy. Wspomniane stojce (stolcowe) spoczywają albo bezpośrednio, albo też za pośrednictwem przejmy (weksłu) na belce wiązarowej, o ile belka ta podparta być może czy to ścianą środkową, czy też rozpornią. Jeżeli belki głównej od spodu podeprzeć nie możemy, to stosujemy wieszar, który, dźwigając belkę wiązarową i obwodzinę jętek, tworzy w ten sposób wiązar dachowy.

Jętki mają zwykle przekrój 12-16 do 14-18 cm, zależnie od swej rozpiętości, która przy stolcu pojedynczym nie powinna jednak przekraczać 4,5 m; przy stolcu podwójnym 7 do 7,25 m; przy stolcu potrójnym 10 do 10,5 m. Wysokość jętki nad podłogą przynajmniej 1,9 m. Obwodziny stolcowe bywają zazwyczaj o rozpiętościach 3,8 do 4,5 m i przekrojach: 18-22 cm, 20-24 cm, albo 24-26 cm. Grzędy 10-12 cm, 12-16 cm, albo 14-18 cm, zależnie od swej rozpiętości i od wymiarów krokwi. Największa długość niepodparta krokwi, pomiędzy jętką a wierzchołkiem, bywa 2,5 m.

**Strzecha dwuchylna**, w ustroju z **płatwami** (por. Dział XV). Krokwie wspierają się bezpośrednio na płatwach, które w mniejszych ustrojach leżą na stojcach stolcowych, stojących na stosownie podpartej belce głównej (wiązanie leżące lub stojące), albo też zawieszanej u wieszara; natomiast w ustrojach większych płatwy spoczywają na wiązarach lub na oddzielnych dźwigarach, należycie podpartych, które, powtarzając się w każdym wiązarze, tworzą łącznie więźbę strzechy. W ustrojach pomniejszych, oprócz podstopnicy, osadzonej na wręb na końcu belek, zazwyczaj do podparcia krokwi służy jedna tylko płatwa wsparta wiązarem; często stosują nadto jeszcze płatwę w grzbiecie strzechy. Większe strzechy miewają natomiast, oprócz podstopnicy i płatwy nagrzbietnej, jeszcze pewną ilość płatw pośrednich, przystosowaną do wytrzymałości zastosowanych krokwi

Przekrój płatw bywa 18-22 cm przy rozpiętościach: 3,8 do 4 m pod strzechówkę (dachówkę); 4 do 4,7 m pod smołowiec lub blachę; a 4,7 do 5,4 m pod trzcinę lub słomę. Krokwie, zwykle wymiarów 12-12 do 14-14 cm, przybija się do płatw leżących w odstępach 3,8 do 5 m. Zastrzały 18-22 cm. Jeżeli krokwie w grzbiecie strzechy nie są podparte, to odległość pomiędzy najwyższą płatwą, a samym grzbieciem wynosi około 2,5 m.

Stojce stolcowe 18-18 cm, dyby 8-22 cm do 10-24 cm, ramiona 10-12 do 12-16 cm, lecz nie dłuższe niż 1,5 m, zazwyczaj 0,9 do 1,4 m długie. Kułaki (knagi) dla podparcia płatw przybija się długimi gwoźdźmi do części więźby podtrzymującej płatwy (p. w.), pewniej jednak będzie, kułaki te złączyć dodatkowo jeszcze z wiązarem na zacięciu.

Ażeby zamiast niskiego strychu wytworzyć wyższe podstrzesze (trempel), opiera się stopy krokwi na ścianę podstrzeszną (tremplową), 1,25 do 2,5 m wysoką. Nadciś tej ściany, służąca zarazem za podstopnicę krokwi, bywa 15-18 cm, słupy podstrzeszne zaś 15-15 cm, tego samego też przekroju i przyciś tej ściany.

**Strzechy dwuścięte** (czterochylne), z niemiecka też walmowemi zwane, budują się z uwzględnieniem zasad powyżej wyłuszczonej. Połacie od szczytu (ścięcia) miewają zazwyczaj tę samą pochyłość, co połacie grzbietowe. Zwykle dodaje się wiązary przekątne pod krawężnicami (krokwiemi narożnymi). Płatwy najdogodniej obwodzić wokół, na równych poziomach.

Do **strzech mansardowych** nadają się wiązania jętkowe ze stolcem leżącym. Przepisy budowlane określają zazwyczaj pochyłość dolnych krokwi na  $60^{\circ}$ , zostawiając swobodę co do pochyłości górnych.

**Strzechy jednochylne** są niejako połówkami strzech dwuchylnych. Baczyc wypada na to, aby ustrój więźby nie pozwalał na wyparcie wyższej ściany pionowej na zewnątrz, pod naciskiem ciężaru samej strzechy i jej obciążenia, co również mogłoby grozić i mansardowym strzechom jednochylnym.

### c. Strzechy z drzewa i żelaza.

W wieszarach strzechowych zastępują często storczyki lub lisice (słupy wieszarowe), oraz ściągnicę ściągami żelaznymi, z krągowników, przyczem stopy zastrzałów osadzają w butach lano-żelaznych, łby zaś w takichże czepcach, obchwytyjących równocześnie łby obydwóch zastrzałów w wieszarach pojedynczych, a łeb zastrzału wraz z końcem rozpory w wieszarach podwójnych. Nadto znajdują szerokie zastosowanie **wiązary trójkątne**, oraz wiązary systemu **Polonceau** (p. Dział XV).

W **wiązarach trójkątnych** pasy, t. j. krokwie wiazarowe i ściąglice, bywają drewniane, z butami i czepcami żeliwnymi, albo bez nich, podobnie i rozpórki; natomiast pręty rozciągane wypełnienia zastępują się ściągami żelaznymi z naśrubkami. Dolny pas, t. j. ściąglicę, można też korzystnie zastąpić żelazem. Rozpiętość: 18 do 25 m, zależnie od ilości pól.

**Wiązar systemu Polonceau** składa się z dwóch, wzajemnie na sobie wspartych zastrzałów (drewnianych, z butami i czepcami żeliwnymi), inaczej krokwiemi wiazarowemi zwanych. Każdy zastrzał stanowi niejako belkę podpiętą (uzbrojoną) w środku krótką rozpórką żeliwną, której dolny koniec dwoma ściągkami łączy się z końcami tejsze belki. Obydwa te zastrzały związuje główny ściąg poziomy, łączący ze sobą dolne końce obydwu rozpórek. Do wyprężania tego ściągu służy wyprężak śrubowy (śruba rzymska). Dolne ściągki zastrzałów mogą wprowadzić ze ściągami głównym tworzyć poziomą linię prostą, zazwyczaj jednak tworzą one linię w obydwóch węzłach ku górze załamana. Ściągki znaczniejszej długości należy również zaopatrzyć w wyprężaki śrubowe, albo umożliwić ich wyprężanie naśrubkami na ich końce nakręconymi. Czepiec żeliwny, na łbach zastrzałów nasadzony, dźwiga bezpośrednio płatwę nagrzbietną, albo też przytwierdza się dwie płatwy przygrzbietne obok niego, na zastrzałach. Płatwy wraz z deskowaniem stanowią już same, zazwyczaj dostateczne, związanie podłużne strzechy, w ra-



zie potrzeby można jednak dodać wykrzyżowanie z płaskowników (żelaza płaskiego) między zastrzałami sąsiednich wiązarów. Rozpiętość zwykła 12 do 18 m.

#### d. Strzechy żelazne.

##### Kształty strzech:

1. Strzechy dwu- i jednochylne, zwykle lub mansardowe, na budynki wszelakiego rodzaju.

2. Strzechy kolebczaste, z wiązarami sierpowatymi i łukowymi, na hale dworcowe, retortownie zakładów gazowych, budowie wystawowe i t. p.

3. Strzechy brogowate (namiotowe), o planie wielokątnym (strzechy wież, świetlników, okrągłych parowozowni, ujeżdżalni i t. p.).

4. Strzechy kopulaste nad zbiornikami gazowymi, okrągłymi parowozowniami, kościołami, panoramami i t. p.

5. Strzechy wielokrotne (symetryczne i niesymetryczne) nad wyrobniami (warsztatami), budowlami wystawowymi (powierzchnie oszkłone na północ).

6. Strzechy wystające i przyłapowe, nad przyłapami (podjazdami), chodnikami kolejowymi (peronami), przeładowniami, deptakami i t. p.

Strzechy z pod 2 i 4 mają górne pasy wiązarów krzywe lub w liniach łamanych, a pozostałych zaś strzech są one proste. W strzechach z pod 3 i 4 wiązary rozchodzą się promienisto z pionowej osi budowli, w pozostałych zaś rodzajach wiązary są równoległe, a przynajmniej prawie równoległe, jak np. w parowozowniach pierścieniowych i halach dworców na łukach drogi zbudowanych.

Łacenie spoczywa zawsze na krokwiach, deskowanie zaś bądźto na krokwiach, bądź też na leźniach i stosownie też do tego rozróżniamy strzechy krokwiowe i leźniowe. Strzechy oszkłone bywają przeważnie krokwiowe, strzechy zaś kryte blachą falistą prawie zawsze leźniowe.

**Strzechy krokwiowe.** Odstęp między krokwiąmi p. str. 170. Krokwie małych strzech jednochylnych wspierają się nieraz tylko wprost na ścianach zewnętrznych, przy większych strzechach natomiast i na płatwach, których odstęp zależy od wytrzymałości krokwi. Płatwy zaś strzech krótkich spoczywają wyłącznie tylko na murach zewnętrznych, dłuższych zaś nadto jeszcze i na wiązarach pośrednich.

**Strzechy leźniowe.** Odstęp między leźniami bywają mniejsze niż między płatwami pod krokwie, a zależą one od nośności pokrycia.

Jeżeli leźnie spoczywają tylko nad węzłami wiązara, to wzajemna odległość węzłów bywa względnie mała, w przeciwnym zaś razie, t. j. gdy leźnie opierają się na krokwi wiązarowej i w punktach pośrednich, to jej wytrzymałość należy obliczać i na gięcie. Dachy leźniowe są zatem korzystne, albo przy dużej wytrzymałości pokrycia (blacha falista), gdyż natenczas odstęp między leźniami mogą być znaczne, albo też przy pokryciu z lekkich materiałów (jak tektura smołowcowa), co znów daje możliwość obciążania górnych pasów wiązarowych i w punktach międzywęzłowych, bez potrzeby wzmocnienia tychże pasów.

### 1. Krokwie jałowe (międzywiązarowe).

Krokwie te znoszą wyłącznie gięcie i bywają drewniane, albo żelazne. Co do krokwi drewnianych, o przekroju prostokątnym, por. str. 170; krokwie takie osadza się na żelaznych płatkach na wręb głębokości 1,5 do 2 cm, przytwierdzając je nadto wkrętkami (holeszrubami). Krokwie żelazne bywają z dwuteowników lub teowników, a w oszklonych strzechach wielokrotnych czasami i z pomostowników; przytwierdzają się one do płatew kątownikami. Deskowanie lub łączenie przytwierdza się do pasów krokwi wkrętkami, albo gwoźdźmi, lepiej jednak przybijać je do listew drewnianych, złączonych z krokwiami na śruby. Łaty drewniane można też zastąpić małymi kątownikami (45·45·7 mm), które pod strzechówkę (dachówkę) nitują się do krokwi w sposób, aby drugie ramię sterczało w górę, pod łupek zaś w sposób, aby drugie ramię kątownika się zwieszało, przyczem wypada je wycinać nad krokwią.

### 2. Leźnie.

Przy odstępach między wiązarami na 3 do 4 m starczą leźnie drewniane, na które przybija się deskowanie. Leźnie te spoczywają wrębem (1,5 do 2 cm głębokim) na górnym pasie wiązara, do którego przytwierdzają się one nadto za pośrednictwem kawałków kątownika (75·50·7 mm) i śrub (od 16 do 20 mm średnicy). Przy większych odstępach między wiązarami stosuje się na leźnie żelazo przekrojów: **L**, **E**, **Z**, **I**. Odstępy pomiędzy płatkami zależą jedynie od wytrzymałości krokwi, względnie od długości arkuszy blachy falistej. Pod cynkową blachę falistą układają przeważnie leźnie z kątowników, w odstępach 0,65 do 1,1 m; przy takiejże blasze żelaznej natomiast leźnie bywają z dwuteowników, a lepiej nawet z zetowników ułożonych w odstępach 1,75 do 2,25 m. Dolne pasy leźni nituje się wprost do górnych pasów wiązara, a w celu lepszego usztywnienia połaci strzechowej w kierunku podłużnym, układają też płatwy między górne pasy wiązara, przytwierdzając je do nich łubkami kątowymi.

Leźnie przyokapowe i przygrzbietne najczęściej z ceowników (**E**). Na stromych strzechach połączenie leźni z wiązarem wzmacniają jeszcze albo kawałkami kątownika, znitowanymi z wiązarem i leźnią, albo łączą leźnię z podwężłem (płytą węzłową) wiązara, albo dokonywają złącza leźni nad wiązarem, za pośrednictwem łubek doń przytwierdzonych, albo wreszcie podpierają je podpórkami z blachy obwiedzionej kątowniczkiem, przyczem położenie przekroju leźni bywa bądźto pochyle, t. j. prostopadłe do pasa wiązara, bądź też pionowe. Aby woda nie mogła się zbierać na wklęsłych krawędziach wszelakich kształtowników więzby strzechowej, wypada przy projektowaniu starać się o to, aby zwracać w dół lub ukośnie ku dołowi te części profili, na których się woda zatrzymywać mogła; a więc np. dolne pasy profili **E**, **L** i **Z** należy pochylać w stronę wartości dolnego kąta.

Gdy leźnie przechodzą w całości ponad kilku wiązarami, wówczas złączenia takich leźni dogodniej umieścić tuż obok wiązara, a to w celu uproszczenia ustroju złącza z wiązarem. Długie leźnie wypada łączyć i ze sobą i z wiązarami na śruby w dziurach wydłużonych, aby zapewnić leźniom możliwość swobodnego rozszerzania się przy zmianach ciepłoty.

Na leźnię przyokapową prawie zawsze okaże się dostatecznym niezłożony przekrój jednego kształownika. Natomiast na leźnie pośrednie i przygrzbietne, przy większych odstępach międzywiązarowych (do 10 m), zamiast pojedynczych kształowników, stosują leźnie kratownicowe (równoleżnice, parabolnice i t. p.), których pasy bywają zazwyczaj z kątowników, wykratowanie zaś albo z kątowników, albo z płaskowników. Stosują też i kratownice rozdwojone, o wspólnym pasie górnym i dwóch dolnych, tak ułożonych, że jedna kratownica składowa leży w połaci dachu, druga zaś w płaszczyźnie do niej prostopadłej. Oprócz dwóch zupełnych wykratowań obu kratownic składowych dodają jeszcze kątowniki, łączące obydwie pasy dolne nawzajem ze sobą. Pasy najczęściej z kątowników.

### 3. Wiazary (dźwigary strzechy).

Najczęściej bywają one kratownicami (p. Dział XV). System ustroju dostosowuje się zazwyczaj do zamierzonego układu leźni; jedynie przy znacznych rozpiętościach pokrycie przystosowuje się naodwrot do układu wiązarów. Na wiazary, oprócz nacisków leźni, działają nieraz i inne siły zewnętrzne, np. parcia sklepień i ciężary stropów pod strzechą podwieszonych, ciężary pędni fabrycznych lub suwnic dźwigarkowych i t. p., które to siły również nie pozostają bez wpływu na wybór kształtu wiązara, najlepiej dostosowanego do danych warunków. Odstępy wiązarów podano powyżej pod 2. Waga wiązarów 15 do 30 kg/m<sup>2</sup> poziomego rzutu strzechy.

Osie ciężkości prętów zbiegających się w jednym węźle powinny się ze sobą przecinać ściśle w jednym punkcie; w celu uproszczenia ustroju węzłów można sobie pozwolić na pewne odstępstwa od tej zasady, lecz, rozumie się, li tylko dla prętów podrzędniejszych.

Pas górny, przystosowując się do kształtu strzechy, bywa prosty, krzywy lub w linię łamaną, a składa się z profili:  $\Gamma$  lub  $\Sigma$ , przyczem obydwie kształtowniki (w skład pasa wchodzące) układa się w pewnym, wzajemnym odstępnie, którego niezmiennosć zabezpieczają oddzielne wkładki przenitowane; odstęp ten ułatwia nietylko ustrój węzłów, pozwalając wsunąć w siebie podwęzle (płytkę węzłową), lecz zwiększa równocześnie i wytrzymałość samego pasa na wyboczenie. Każda wkładka prostokątna przytwierdza się dwoma nitami, a odstęp wzajemne między temi wkładkami (około 1 do 1,5 m) zależą od wartości  $J_{\min}$  oddzielnego kształtownika, jaki wchodzi w skład pasa. Ponajczęściej można stosować jeszcze parę kątowników na pas górny przy rozpiętościach nieprzekraczających 25 m. W większych wiązarach pas górny otrzymuje nieraz ustrój kratownicowy.

W strzechach dwuchyłnych, średniej stromości, pas dolny bywa albo poziomy, albo w pośrodku lekko wzniesiony; w strzechach stromych, w celu zmniejszenia wysokości wiaźara, pas dolny przybiera postać łuku; wreszcie w strzechach mało pochyłych pas dolny bywa wygięty w dół, aczkolwiek lepiej będzie wygięcie to zastąpić słupami końcowymi wiaźara, z obniżeniem jego poduszek, poczem znów pas dolny może otrzymać pewną strzałkę w górę, co polepszy zarazem znacznie i wygląd całości wieźby. Pas dolny wytwarza się najczęściej, bądźto z pary płaskowników w przekroju na storc postawionych, bądź też z pary kątowników.

Wykratowanie wiaźara składa się przeważnie z kątowników; najczęściej stosują po dwa kształtowniki na każdy pręt, łącząc je nawzajem nitami zespórkowymi lub wkładkami przentowanymi nawet w prętach rozciąganych, w którymto przypadku nity te odgrywają tylko rolę nitów zczepnych.

Wiaźary trójkątnikowe nadają się do rozpiętości nieprzekraczającej 25 m; w miarę powiększającej się względnej wysokości wiaźara (w stosunku do rozpiętości) stają się one niekorzystnymi, a przy rozpiętościach ponad 25 m lepiej zastąpić je wiaźarami sierpowatymi (sierpownicami), albo łukowymi. Waga wiaźarów trójkątnikowych 10 do 25 kg/m<sup>2</sup> planu.

Pod strzechy jednochylne, o mniejszej rozpiętości i małych odstępach międzywiaźarowych, starczą dwuteowniki; pod strzechy większej rozpiętości natomiast kratownice (równoleżnicze ścięte, parabolnice i t. p.), których górna poduszka bywa stała i wytwarza się na wsporniku ześrubowanym przyciągami z murem, a lepiej nawet obmurowanym. Dolna poduszka musi być przesuwana.

Węzły wytwarzają się najdogodniej na podwęźłach (płytach węzłowych, gusetach), które przy prętach podwójnych, leżą między prętami, jak to już powyżej wspomniano. Przekrój podwęźła, ilość i grubość nitów należy dobrać podług sił na węzeł działających.

**Poduszki wiaźarów** bywają stałe i ruchome, które znów mogą być przegibne, albo przesuwne, albo równocześnie i przegibne i przesuwne. Przegibność poduszki dozwala na swobodne przeginanie się (pochylenie) wspartego końca wiaźara pod obciążeniem, przesuwalność zaś pozwala na swobodne wydłużanie się wiaźara lub dźwigara, tak pod wpływem zmian ciepłoty, jako też i przy rozciąganiu się pasa dolnego lub ściągu, np. w sierpownicy. Nadto urządzenia te zapewniają po części zgodność kierunku i położenia odporów podpór z założonymi przy obliczeniu. Na rozszerzalność cieplikową liczą  $\frac{1}{1250}$  do  $\frac{1}{1000}$  rozpiętości. Wiaźary przegibne, np. o przegubie w pośrodku, mogą stać na dwóch poduszkach nieprzesuwnych, lecz przegibnych (p. Tom I, str. 168), dla większych wiaźarów sztywnych jedna poduszka powinna być przesuwana.

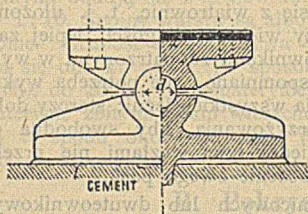
Poduszka nieprzesuwana pod wiaźary większej rozpiętości łączy się przyciągami z murem, a grzbiet żeliwnej poduszki bywa lekko wypukłony, albo też cała poduszka otrzymuje ustrój przegibny. Poduszkę przesuwaną pod lżejsze wiaźary kratownicowe, do 20 m

rozpiętości, można zastąpić wyrobieniem gładkiej, wgłębionej powierzchni poziomej w przytwierdzonej do muru płycie poduszkowej, po której to powierzchni może się przesuwac dolny pas wiązara wzdłuż, podczas gdy obrzeża wgłębienia zapobiegają bocznemu jego przesunięciu. Większe i cięższe wiązary spoczywać powinny jednym końcem na żeliwnej lub lanostalowej poduszce przesuwnej (na jednym lub kilku wałkach, albo wahakach stalowych) obydwie zaś poduszki powinny być przegibne. Obliczenia p. Tom I, str. 168, 514 i 515.

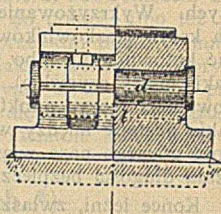
Pod postawę poduszki podlewa się starannie warstwa cementowa, 1 cm gruba, albo też warstewka  $\beta$  do 6 mm grubości, z ołowiu utwardzonego, t. j. z domieszką 5 do 10% antymonu.

W rys. 880 i 881 przedstawiono poduszkę przegibną, a w rys. 882 i 883 takąż poduszkę przesuwalną na 3-ch wałkach. Poduszka sama w sobie nieprzegibna, wsparta dla przesuwalności na jednym tylko wałku, staje się zarazem przegibną, lecz względnie prosty ten

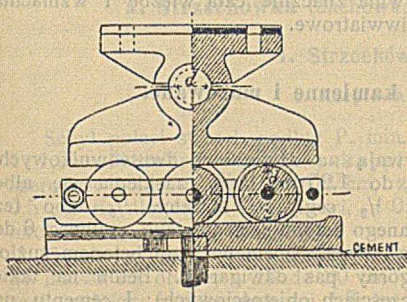
Rys. 880.



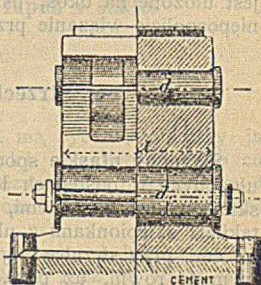
Rys. 881.



Rys. 882.



Rys. 883.



ustrój można stosować tylko przy względnie małych odporach. Należy sprawdzać stateczność ścian, na których spoczywają strzechy ciężkie lub przedstawiające znaczny opór wiatrom. Gdy ściany podłużne nie znajdują w ścianach poprzecznych wsparcia przeciw wiatrom wiejącym w kierunku poprzecznym, natenczas wypada, albo

sprowadzić końce wiązarów możliwie nisko ku posadom budowli (np. hale dworcowe) albo też wzmocnić pod wiązarami samą ścianę przez dobudowane przypory (kontrforsy). Jeżeli zaś wiązary spoczywają na oddzielnych słupach lub na ścianach w rozwory, to należy słupy obciążone wiązarami przytwierdzić silnie przyciągami do posad.

Wiatr wiejący wzdłuż strzechy wywiera parcie na samą strzechę, na szczyty, latarnie nad strzechą, zapaski i t. p., a parcia te znosić musi podłużne wiązanie wiatrowe, zapobiegające przewróceniu wiązarów i przenoszące parcie wiatru na poduszki. Jeżeli poduszki spoczywają nie na ścianach podłużnych, lecz na oddzielnych słupach, to i te słupy trzeba zabezpieczyć od wywrócenia, przytwierdzając je przyciągami do posad.

**Wiązanie wiatrowe**, a właściwie przeciwwiatrowe, polega na wykrzyżowaniu, które łączy na krzyż ze sobą punkty podparcia leżni (przedewszystkiem leżni przyokapowych i przygrzbietnych) na dwóch sąsiednich wiązarach, oraz punkty podparcia samych wiązarów, o ile one nie są w przybliżeniu już punktami podparcia leżni przyokapowych. Wykrzyżowanie to składa się z wiatrownic, t. j. ułożonych na krzyż płaskowników, które, przy większej długości, lepiej zastąpić kątownikami, albo nawet krągownikami zaopatrzonymi w wyprężaki (mutry rzymskie). Jak już wspomniano, nie potrzeba wykrzyżowaniem łączyć punktów podparcia wszystkich leżni; starczy dobrać takie odstępy między węzłami wykrzyżowania, aby swobodna długość górnego pasa wiązarowego między tymi węzłami nie przekraczała długości bezpiecznej na wyboczenie owego pasa.

Końce leżni, zwłaszcza kratownicowych lub dwuteownikowych, łączących w znaczniejszych odstępach od siebie, należy przyciągnąć (przytwierdzić przyciągami) do ścian szczytowych. Deskowanie strzechy, zwłaszcza o ile ułożone na wpust, a tembardziej jeszcze gdy jest ułożone na ukos, usztywnia znacznie całą więźbę i wzmocnia niepospolicie wiązanie przeciwwiatrowe.

### e. Strzechy kamienne i murowane.

**Strzechy płaskie** spoczywają na dźwigarach dwuteownikowych, ułożonych w odstępach 1,0 do 1,25 m, które zasklepia się albo sklepienkami łączastymi, w  $\frac{1}{2}$  cegły, o strzałce  $\frac{1}{8}$ , albo też takimiż sklepienkami z ubijanego betonu cementowego, grubości 6 do 12 cm, przy strzałce  $\frac{1}{10}$ , z wypełnieniem pachwin betonem żużlowym do równi, aż ponad górny pas dźwigarów. Beton na takie sklepienia miewa skład (w częściach objętościowych): 1 cementu, na 5 do 6 mieszaniny piasku i żwiru; albo: 1 cementu, 2 piasku, 4 do 6 szabru.

Sklepienia powyższe można też zastąpić innymi ustrojami, np. deskami gipsowymi; płaskimi lub sklepieniastymi stropami Monier'a lub innymi na osnowie żelaznej, ułożonymi między belkami żelaznymi;

dalej płytami z gliny palonej, 5 do 6 cm grubemi, na teownikach ułożonych w odstępach 0,5 m, a spoczywających nawzajem na belkach żelaznych; stropami Klein'a (p. str. 194); wreszcie blachą gębokofalistą, wspartą na belkach żelaznych, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu zaprawą cementową lub betonem.

Każdy z tych ustrojów otrzymuje pokrycie warstwiczne (holcementowe), t. j. warstwę tektury smołowcowej, 3 warstwy papieru, oddzielnie nakładane i smarowane mazią warstwiczną, na to warstwę 1,0 do 1,5 cm grubą nasianego piasku drobnoziarnistego, wreszcie 6 do 10 cm grubą warstwę żwiru, której część wierzchnią, zmieszaną z gliną lub mułkiem ze żwirówek, należy utłoczyć walcami.

Dźwigary wypadają przytwierdzić przyciągami do murów, a zastępując je od spodu jeszcze warstwą ochronną, np. wyprawą systemu Rabitza'a (na siatce drucianej), można osiągnąć zupełną ogniotrwałość takiej strzechy.

**Strzechy strome.** Strzechy wieżyc, o planie czworo- lub wielokątnym, budują się z ciosów lub cegły (klinkieru) ze stromością 1:3 do 1:10. Spoiny warstw są albo prostopadłe do połaci, albo też poziome. Grubość spodem bywa  $\frac{1}{10}$  do  $\frac{1}{15}$  przekątnej planu; zmniejsza się ona ku górze (w sposób podobny jak w kominach fabrycznych), do 25 cm przy materiale dziurkowanym, a do 12 cm przy materiale zbitym. Sam wierzchołek muruje się na pełno do grubości u spodu około 60 cm. Wianek lub kwiaton bywa ciosowy, albo metalowy.

## B. Pokrycia strzech. \*)

Pochyłości strzech (schyły) wyrażamy poniżej w stycznych (tg) kąta pochyłości.

### a. Strzechówka (dachówka) łupek i szkło.

#### 1. Strzechówka.

##### a. Karpiówka.

Schył połaci strzech podług P. min. p. ma być nie mniejszy jak 1:1,25. Rozmiary niemieckiej karpiówki są: długość 36,5 cm, szerokość 15,5 cm, grubość 1,2 cm, z dozwolonem uchybieniem do 0,5 cm na długości i szerokości, a 0,3 cm na grubości. Trwałość około 25 lat.

Gąsiory (na pokrycie grzbietu, krawęży i hultajów) są 38 do 40 cm długie, o 16 do 20 cm większej i 12 do 16 cm mniejszej średnicy, a przy grubości 1,3 do 2 cm ważą po 2,3 do 2,6 kg.

Szczepki 30 cm długości, 5 cm szerokości, 0,3 cm grubości zębiny lub sośniny.

\*) „Handb. d. Architektur“ Część III, Tom 2, zeszyt 5.

Stosunek wysokości do całej grubości budynku przy strzechy dwuchylinej	Na 1 m <sup>2</sup> pokrycia potrzeba	Odstępy łąt	Łąt	Łaciaków	Karpiówki	Zaprawy	Szczeppek	Waga w kg/m <sup>2</sup> powierzchni pochyłej łącznie z krokwiami
		(śr. od środka)		(gwoździ do łąt)				
		cm	m. b.	sztuk	sztuk	m <sup>3</sup>	sztuk	
1/3—1/2	Pokrycie pojedyncze . . .	19—20	5,1	5,5	35	0,02	35	90
1/3—1/3	Pokrycie podwójne . . .	14	7	7,5	50	0,03	—	120
1/3—1/3	Pokrycie w łuskę . . . . .	25	3,5	4	55	0,03	—	130

Do każdego z trzech powyższych rodzajów pokrycia potrzeba 4 sztuki gąsiorów na 1 m. b. Przy układaniu karpiówki (po czesku) na zaprawę wapienną wychodzi na 1000 sztuk 0,72 m<sup>3</sup> zaprawy, a na samo zasmarowanie spoin zaprawy 0,48 m<sup>3</sup>.

### β. Wpustówka (francuska).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1 : 1,5. Waga 1 m<sup>2</sup> pokrycia (pochyłego) 110 kg. Wpustówki mają kształt przeróżny, zwykle 38 cm długie, 23 cm szerokie, odstęp łąt 30 do 31 cm. Na 1 m<sup>2</sup> wychodzi 16 sztuk łącznie z łomem, a łąt 3 m. b. Jedna wpustówka waży 2,75 do 2,95 kg. Układa się ją na wapno tylko po brzegach strzechy, dalej zaś na sucho. Grzbietówki i hultajówki (żłobowe) mają kształt należycie przystosowany do kształtu samej wpustówki. Trwałość pokrycia z wpustówek 25 lat i więcej.

### γ. Esówka (holenderka).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1 : 1,25. Waga 110 kg na 1 m<sup>2</sup> pokrycia pochyłego łącznie z krokwiami. Trwałość około 25 lat.

#### 1. W krajach nadbałtyckich.

Duża esówka ma długości 39 do 42 cm, szerokości 26 cm, a grubości 1,5 cm; mała, tam t. zw. holenderka, ma długości 34 cm, szerokości 26 cm, a grubości 2 cm.

Na 1 m <sup>2</sup> pokrycia esówką potrzeba	Odstęp łąt	Łąt	Łaciaków	Esówek	Zaprawy	Szczeppek lub porządek ze słomy
dużą esówką . . . . .	31,5	3,2	3,5	14	0,017	16
małą esówką . . . . .	23,5—26	4	4	20	0,016	19



Ponadto liczy się 4 do 5% na łom i straty.

Esówki leżą na łątach, które znów spoczywają na łaticach 2,5 cm grubości i 16 cm szerokości, ułożonych w odstępach 1,25 m, na ścieli z desek na zakładkę 5-cio centymetrową. Bal nagrzbietny, 16 cm szeroki, a 5 cm gruby, na nim z każdej strony deska 16 cm szeroka, na tem wreszcie blacha cynkowa, zachodząca po 16 cm na esówkę. Deska przyokapowa bywa 3,5 cm gruba.

## 2. Nad Renem

używają esówki mniejszych rozmiarów i sposób krycia jest odmienny.

### 2. Pokrycie łupkowe.

1 m<sup>2</sup> strzechy pochyłej, krytej łupkiem z niemiecka, waży około 85 kg, łącznie z krokwiowaniem, przyczem deskowanie zawsze 2 cm grube.

Schył podług P. min. p. ma być dla łupku angielskiego 1:1,5 do 1:2, a dla łupku niemieckiego 1:1 do 1:1,25.

Łupek należy zawsze układać na deskowaniu z wąskich desek, na których układają jeszcze warstwę tektury smołowcowej, aby zapobiedz podwiewaniu śniegu, kurzu i sadzy. Do przytwierdzenia łupków (t. j. płytek łupkowych) wypada używać łupczaków (gwoździ) miedzianych, a jeżeli żelaznych, to przynajmniej dobrze cynkowanych lub pomiedzionych (P. min. p.).

Dane poniższe, obliczono dla schyłu 1:1,5 do 1:2; dla strzech bardzo stromych zużycie zmniejsza się o  $\frac{1}{8}$ , a przy małych, okrągłych kopułkach zwiększa się o 10 do 12%. Na każde 10 m<sup>2</sup> pokrycia liczy się po 2 haki do drabin, a na każdy mb. po 6 gwoździ „brzeżaków“.

α. Płyty nieforemne, łącznie z łomem przy przyciosywaniu (krzesaniu):

na 1 m<sup>2</sup> pokrycia potrzeba 55 kg łupku, 84 łupczaki, 1,75 sztuk desek 3 m długich, albo 1 sztukę 4,5 m długości, na deskowanie i 18 wzgl. 14 deszczaków (gwoździ do desek). Płytki zachodzą przyletem na siebie z boku na 8 cm, górą zaś o 2,5 cm mniej niż na połowę.

β. Prostokątne łupkówki angielskie, przy podwójnem kryciu na deskowaniu lub łątach, z przygwożdżeniem, albo przyczepieniem hakami miedzianymi:

### Zużycie na 1 m<sup>2</sup> pokrycia.

Łupkówki		Odstęp łąt przy kryciu		Łaty	Waga 1200 sztuk łupków	Łupczaków (gwoździ)
rozmiary	sztuk	ukośnem	prostem			
cm		cm	cm	mb.	kg	sztuk
61 · 36	10,5	35	28,5	2,90 — 3,70	3000	24
61 · 30	12,4					
56 · 30	13,7	30	23,5	3,35 — 4,50	2450	31
51 · 25	18,3					
46 · 23	23,0	28	21	3,65 — 5,00	1350	50
41 · 20	30,0	25,5	18	3,95 — 5,85	1050	64

Przy ukośnem kryciu łupkówki zachodzą na siebie z boku 8 cm, a górą o 2,5 cm mniej niż na połowę; przy prostem kryciu natomiast górą o 2,5 cm więcej niż na połowę, z boku zaś stykają się ze sobą.

### 3. Strzechy oszklone. \*)

1 m<sup>2</sup> pokrycia szklanego, ze szkła 4 mm grubego, waży, łącznie ze szczeblinownikami, około 20 kg. (przy odstępach szczeblin 0,45 m); ze szkła 5 mm grubego: 25 kg, ze szkła 6 mm gr. 30 kg (przy odstępach szczeblin 0,55 m). O szkle p. str. 99 i nast.

Schył szyb (szklin) przynajmniej 1 : 3,5, lepiej 1 : 2 do 1 : 1. Grubość zwykłego szkła na strzechy bywa 5 do 8 mm; szyby (szkliny) są 50 do 100 cm długie, a szerokość ich stosuje się do rozstawienia szczeblin; oddzielne szkliny (szyby), układane na kit, powinny zachodzić na siebie po 6 do 7 cm. Przy dużych szklinach (szybach) jest wprawdzie mniej spoin, łatwiej jednak zbija je grad, dla tego też stosują szkliny (szyby) na osnowie (siatce) drucianej (p. str. 100).

Układa (obsadza) się szkliny (szyby) między szczebliny przytwierdzone na leźniach, równoległe do krokwi, w odstępach 40 do 60 cm. Szczebliny są albo ze szczeblinowników, albo też z kątowników lub mniejszych dwuteowników, albo wreszcie cynkowe. Lżejsze szczebliny zakładają z rdzeniem z płaskownika żelaznego, z obwojem z blachy cynkowej, w przekroju tak wygiętej, że obustronnie wytwarza się podłoże pod szkliny (szyby), u spodu zaś dwie rynienki do wody się zraszającej; rdzeń żelazny, np. o przekroju 45 · 4 mm, miewa do 2,5 m rozpiętości. Szczebliny nośne, a sztywne i w bok, wytwarzają się z mocniejszych płaskowników z obustronnie donitowanymi kątowniczkami o przekroju: 25 · 25 · 3 mm.

### b. Pokrycie metalowe.

Schył podług P. min. p. ma być 1 : 5 do 1 : 7,5. Należy uwzględnić rozszerzanie się z powodu ciepła, szczególnie przy ołowiu i cynku. Kształty: arkusze gładkiej blachy, blachówki, t. j. strzechówki blaszane, płytki lane i blacha falista. Szczegóły o blasze p. str. 40 i nast.

#### 1. Pokrycie ołowiane.

Ołów utlenia się powoli pomimo malowania olejnego, a nadto z powodu łatwej topliwości przedstawia pewne niebezpieczeństwo na wypadek pożaru. Strzechy kryją się ołowiem na deskowaniu. Schył  $\leq$  1 : 3,5.

Długość arkuszy (zwojów) do 15 m; szerokość 80 i 100 cm; grubość najwłaściwsza 1,5 do 2,5 mm.

Zużywa się na 1 m<sup>2</sup> pokrycia strzechy:

z blachy grubości 1,5 mm:		z blachy grubości 2,5 mm:	
ołowiu	gwoździ cynowanych	ołowiu	gwoździ cynowanych
21,6 kg	6 sztuk	37 kg	6 sztuk.

\*) Th. Landsberg, Glas- und Wellblechdeckung, Darmstadt 1887.

Strome strzechy kryją się zazwyczaj na zagietkę, płaskie natomiast na spoiny lutowane, których jednakże wypadałoby naogół unikać wedle możliwości.

## 2. Pokrycie miedziane.

Najtrwalsze, aczkolwiek drogie, pokrycie metalowe, niewiele jednak droższe od ołowiu. Kryje się na poddeskowaniu, na zagietkę stojącą, albo leżącą. Schył na zymsach, tarasach i t. p. do 4 cm na 1 mb. Arkusze od 0,8 do 2,0 m<sup>2</sup>, największej szerokości 1 m, przy grubości 0,5 do 1 mm. Uczepki 7 do 9 cm długie, a 2,5 do 5 cm szerokie, w odstępach 0,6 do 0,9 m, na końcach każdego arkusza. Na zagietki stojące ubywa z każdego arkusza z szerokości 9 cm, na leżące zaś tylko 4 cm.

Zużycie na 1 m<sup>2</sup> pokrycia miedzią.

Nr. niemieckiej skali na blachy cienkie	Ilość		długości m	Arkusze			1 arkusz pokrywa m <sup>2</sup>
	blachy miedzianej kg	uczepki i gwoździ kg		szerokości m	wagi kg/m <sup>2</sup>		
24	5,5	0,35	0,94	0,94	4,45	0,72	
22	6,6	0,39	najwyżej 1,9	0,94	5,56	1,51	
21	7,9	0,39		0,94	6,68		
19	10,4	0,32	2,5 — 3,3	0,94	8,90	2,04 — 2,74	
17	13,0	0,28		0,94	11,13		

## 3. Pokrycia z blachy żelaznej.

a. Pokrycie blachą gładką. Blacha czarna i biała prawie że wychodzi z użycia na pokrycia strzech \*). Przeważnie stosują żelazną blachę cynkowaną (także i ołowioną) w arkuszach: 1,6 m dług., 0,8 — 1,0 m szer. i 0,5 — 0,7 mm grub. Kryją podobnie jak blachą cynkową, t. j. na łątach lub deskowaniu, na zagietkę stojącą lub leżącą z uczepkami (16 cm dług., 40 cm szer. i 1 mm grub., w odstępach 50 cm).

Strzecha taka jest tańsza i bardziej nośna, lecz mniej trwała niż pod pokryciem cynkowym. Nieznaczna rozszerzalność cieplikowa:  $\pm 0,5$  mm na 1 mb., przy wahaniami o  $\pm 40^{\circ}$  od średniej temperatury  $+10^{\circ}$ . Trwałość ocynkowania 10 do 15 lat (malowania za ledwie 3 lata). Waga z deskowaniem i krokiewiami 40 kg na 1 m<sup>2</sup> pokrycia. Sztywność blachy utrudnia wykonanie zagietek. Są w użyciu i blachówki cynkowane, kształtem podobne do wpustówek wypalanych z gliny, a układają je na łączeniu.

β. Pokrycie blachą falistą. Zalety: mała waga własna, niezależność, dobry ściek wody, wielkie odstępy leżni, mało spoin przy

\*) Dotyczy to stosunków niemieckich; u nas, a więcej jeszcze w Cesarstwie, blacha czarna znajduje obszerne zastosowanie do krycia strzech.

dużych płytach, a deskowanie lub łączenie jest zbyteczne. Wady: znaczne przewodnictwo ciepła, a więc zimno zimą, latem zaś gorąco. Roszenie się, hafas w czasie deszczu. Żelazna blacha falista, cynkowana, z pomalowaniem olejnym, czy też bez niego, niszczy w przeciągu zaledwie lat kilku pod wpływem gazów spalania z lokomotyw opalanych koksem; przykład: strzechy dworców kolei miejskiej w Berlinie \*).

**Strzechy leżniowe.** Używa się przeważnie cynkowanej blachy płytkofalistej, albo głębokofalistej (dźwigarowej), p. str. 43 i nast. Leźnie żelazne z kształtowników L, T, I, Z lub C w odstępach 1,75 do 2,25 m; dla zwykłej blachy falistej nie można zalecać odstępów między leźniami ponad 2,5 m, natomiast sklepieniasto wygiętą blachę głębokofalistą można układać bezpiecznie na rozpiętość 3,5 m. Gięcie bezpieczne dla blachy falistej bywa  $k_b = 500$  do 600 kg/cm<sup>2</sup>. Waga łącznie z leźniami 20 do 25 kg na 1 m<sup>2</sup> pokrycia. Grubość blachy (niecynkowanej)  $\geq 1$  mm. Najwięcej używane są profile o szerokości fali 100 do 120 mm przy wysokości 50 do 70 mm. Wartości  $J$  i  $W$  dla blachy falistej p. str. 44, 45 i 46.

Schył nie mniejszy niż 1:4. Nity cynkowane, a przy lepszym wykonaniu miedziane, średnicy 5 do 6 mm; między blachę, a każdy łeb nita lub śruby podkłada się podkładka ołowiana. Śruby 7 do 8 mm średnicy. Spoiny schylne, t. j. prostopadłe do grzbietu strzechy, nie mijają się, lecz przechodzą od grzbietu do okapu po jednej linii, zawsze po grzbiecie fali, i nitują się na zakładkę 5 do 7 cm. Podziałka nienienia 25 do 30 cm, przy końcach arkuszy zaś 15 do 20 cm. Spoiny poziome ponad leźniami, z zakładką 8 do 18 cm, w miarę pochyłości strzechy od 1:1,5 do 1:4.

Przy możliwości podwiewu nituje się górne brzegi arkuszy do leźni, bijąc po jednym nicie co czwartą lub co piątą falę. Dolny brzeg przyczepia się uczepkami, t. j. wygiętymi strzemionami z żelaznej blachy cynkowanej, 3 do 5 mm grubej, 3 do 5 cm szerokiej, o długości zastosowanej do profilu (obrysu) leźni i blachy; uczepka podchwytuje luźno na 3 cm górny pas leźni, który dogodnie układać równoległe do pokrycia strzechy. Uczepki, w odstępach co 2 lub 3 fale, łączą się na 2 lub 3 nity z grzbietem fali.

Gdy niema obawy podwiewu pod strzechę, niepotrzeba nitować górnego brzegu arkusza do leźni, natenczas starczy bowiem przytrzymywanie przez nakrywający brzeg sąsiedniego arkusza wyższego.

Przy dwóch leźniach przygrzbietnych pokrywa nagrzebna bywa bądźto z blachy falistej, bądź też wyębiona z blachy gładkiej; natomiast przy jednej leźni nagrzebnej, zamiast oddzielnej pokrywy, lepiej nałożyć wygięty arkusz blachy falistej, znitować go z obustronnymi arkuszami przygrzbietnymi i przysrubować do leźni nagrzebnej, na co, przy zwykłej szerokości arkuszy, starczą 4 śruby. Krawężę, hultaje, okapy, oraz złącza z murami należy starannie zabezpieczyć od zaciekania i od zawiewu śniegiem. Roszeniu zapo-

\*) Berlin und seine Bauten, 1896, Tom I, str. 234; oraz Centralbl. d. Bauverw 1897, str. 200.

biega wewnętrzne podbicie ze złych przewodników ciepła (korkowiec, deskowanie, wyprawa Rabitz'a i t. p.), przytwierdzone do spodnich pasów leżni.

**Strzechy sklepieniaste,\*)** z wygiętej blachy głębokofalistej (dźwi-garowej). Spoiny schylne jak przy strzechach leżniowych, spoiny poziome natomiast łączą się na 2, lepiej na 3 szeregi nitów 6 mm średnicy. By znieść parcie tego sklepienia blaszanego, zakładają (co 3 do 4 m) ściagi, podwieszono u strzechy. Strzecha ta obywa się bez stolca i leżni, a węzłowiec sklepienia bywa ceownik przechodzący bez przerwy, a wsparty w odstępach 3 do 4 m słupami lub filarami. Strzechy sklepieniaste z blachy falistej wykonywano do 30 m rozpiętości, lecz tylko do 20 m rozpiętości bywają one tańsze od strzech wiązarowych.

#### 4. Pokrycie cynkiem.

Waga 40 kg/m<sup>2</sup> pokrycia (pochyłego) z deskowaniem i krokwi-ami. Schył właściwie stosowny powinienby być nie mniejszy niż 1 : 3, w każdym razie nie mniejszy niż 1 : 6. Arkusze w handlu do 1·2 m. Blacha Nr. 12 i 13 stosowna na pokrycia budowli prywatnych, dla monumentalnych zaś przynajmniej Nr. 14. Na strzechach więcej stromych wykonują szwy poziome na zwykłą zagietkę, przy pochyłości zaś niżej 18° lutują je dodatkowo, chociaż lutowanie lepiej zastąpić szerszą zakładką w zagietce. By zapobiedz zaciekanii przez podwianie wody w czasie burzy, robią zagietkę w górnym brzegu arkusza 32 mm szeroką, a w dolnym brzegu następnego, wyżej leżącego arkusza o 5 mm większą, t. j. 28 mm szeroką. Blachę przytwierdzają do deskowania uczepkami z grubej blachy cynkowej, prz-gwożdżanie samego pokrycia okazało się bowiem szkodliwem. O blasze cynkowej p. str. 70 i nast.

Pokrycie cynkowe zaleca się bardzo, jako lekkie, względnie nie drogie, a trwałe, o ile użyty materiał będzie w dobrym gatunku, a ułożenie staranne i uwzględniające rozszerzalność przy zmianach temperatury. W miejscowościach fabrycznych natomiast pokrycia cynkowego zalecać nie można, gdyż sadza i gazy kominowe niszczą je szybko, podobnie też działa świeża zaprawa wapienna i cementowa i dlatego przedzielają od niej cynk zazwyczaj tekturą smołowcą. Uwzględniać też zawsze trzeba rozszerzalność cynku, wynoszącą około  $\mp 1,2$  mm/mb, przy wahanii ciepłoty o  $\mp 40^{\circ}$ , licząc od  $+ 10^{\circ}$ .

1. Rodzaje krycia na zagietkę. Na 10 m<sup>2</sup> pokrycia liczyć można około 11 m<sup>2</sup> blachy.

a) Zagietka pojedyncza na wszystkich 4-ch bokach arkusza: na dwóch przylegających do siebie bokach w górę, na dwóch pozostałych w dół. Do pokrycia strzech stosuje się już rzadko, częściej natomiast do pokrycia ścian.

\*) A. Böllinger, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, Nr. 46 i 47; 1891, Nr. 10.

β. Podwójna zagietka stojąca po schyle strzechy, a na szwach poziomych pojedyncza, albo spoina lutowana.

2. **Rodzaje krycia na listwy.** Zapewniają one swobodniejszy ruch pokrycia, a liczy się przy nich na 10 m<sup>2</sup> pokrycia: 10,5 m<sup>2</sup> blachy, 1,1 m<sup>2</sup> nasówek zakrywających, oraz 10 mb. listwy drewnianej.

α) System berliński. Arkusze przy listwach podgięte, a góra od listwy odgięta i zagięta; w te zagięcia wsuwa się nasówkę, t. j. pas pokrywający listwę, a zagięty po obu brzegach na wewnątrz.

β) System angielski. Arkusze półwałcowatemi zawitkami u dłuższych boków przykrywają się wzajemnie, na podłożonej, półokrągłej listwie.

γ) System belgijski. Pod listwy, u wierzchu szersze niż spodem, podkłada się uczepekki, które zagietkami swemi przytrzymują arkusze do prostopadle podgiętych brzegach. Nasówka zakrywająca szew podchwytuje swą zagietką pod uczepekę.

δ) System francuski. Listwy u wierzchu węższe niż spodem, do ich boków przylegają podwinięte brzegi arkuszy, a nasówka lekko zagietka pokrywa szew, nie zachwytyjąc w podwinięte krawędzie arkuszy.

ε) System Frika. Listwy u wierzchu obustronnie ścięte, podobnie i nasówka pokrywająca, która zawitkami zachwytyje w podwinięte brzegi arkuszy. Uczepekka, przytwierdzona do listwy bezpośrednio pod nasówką, przytrzymuje podwinięcia arkuszy, a tem samem i samą nasówkę. Sposób ten nadaje się li tylko do stromych strzech i grubszej blachy.

3. **Ukośne pokrycie blachówkami.** Płyty kwadratowe lub ukośnikowe, o brzegach wałkowato zawiniętych, leżą przekątniami swemi w kierunku schyłu.

α) Blachówki kwadratowe. Na 10 m<sup>2</sup> pokrycia potrzeba 13,3 m<sup>2</sup> blachy Nr. 13 (na blachówki mające po 0,6 m<sup>2</sup> powierzchni), 0,2 m<sup>2</sup> blachy na uczepekki dolutowane do narożnika i 0,8 m<sup>2</sup> blachy na luźne uczepekki w zawitkach bocznych.

β) Blachówki uprzywilejowane. Na 10 m<sup>2</sup> liczy się 31 płyt po 0,6 m<sup>2</sup> powierzchni.

γ) Blachówki ukośnikowe przybijają się każda dwoma gwoździami (bez uczepek), a na 10 m<sup>2</sup> pokrycia potrzeba 135 ukośników 58 cm długich, a 29 cm szerokich (w przekątniach). Pokrycie takie, z blachy Nr. 12, waży 8,2 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4. System rynienkowy:

α) z zamknięciem szczeliny: Rynienki korytowe, w odstępach co 1,93 m, z brzegami do wewnątrz zagietymi, układają się w kierunku schyłu strzechy. Na te zagięcia nasuwa się arkusze z półwałkowato zawiniętymi brzegami, pozostającą zaś między nimi szczelinę zamyka się specjalną wsówką, wygiętą z paska blachy podług profili (obrysów) obrzeżnych zawitek arkuszy.

β) bez zamknięcia szczeliny: Arkusze zagina się obustronnie pod kątem ostrym w dół, poczem nasuwa się je na rynienki tak, aby zagietki arkuszy zachwytywały za zagietki rynienek, przyczem załamane krawędzie zagietek arkuszowych stykają się ze sobą.

5. **Krycie w łuskę.** Używa się blachówki wytłaczanej w łuskę, i przytwierdza się ją jak blachówkę powyżej pod 3. opisaną, albo też zakłada się jedną na drugą i lutuje ze sobą. Kryją nią przeważnie strzechy mansardowe, kopuły i t. p.

6. **Krycie blachą falistą.** (Szczegóły o cynkowej blasze falistej p. str. 71). Odstępy leźni 0,65 do 1,10 m zależnie od profilu blachy Nr. 15. *A* do *D* (p. str. 71). Cieńszych numerów blachy (Nr. 12 do 14) na pokrycia zalecać nie można. 1 m<sup>2</sup> pokrycia (pochyłego) łącznie z leźniami waży 25 do 30 kg. Szwy pozostają bez dalszego połączenia, przyczem szwy schylne zawsze na grzbiecie fali z zakładką 5 do 7 cm szeroką. Szwy poziome nad leźniami, na zakładkę 8 do 18 cm, przy schyle strzechy 1:1,5 do 1:3. Arkusze przytwierdzają się do żelaznych leźni uczepkami z blachy cynkowej Nr. 16 do 18, przylutowanymi u spodu dolnej części arkuszy, a zachwytyjącymi swem zagięciem conajmniej 35 mm za górny pas leźni, przyczem arkusz ten przytrzymuje zarazem wierzchni brzeg sąsiedniego arkusza niższego. Do leźni drewnianych stosują haczykowate uczepki kątowe, wbijane w leźnię, a chwytające blachę za ucha przylutowane do niej co drugą, albo co trzecią falę.

Jeżeli fale blachy profilu *E*, ułożonej na deskowaniu lub łączeniu, leżą w kierunku szerokości arkusza, to lutują się szwy tak poziome, jako też schylne; gdy jednak fale leżą w kierunku długości arkusza, to na stromych strzechach lutują tylko szwy poziome, zostawiając szwy schylne bez wylutowania.

## c. Pokrycie z materiałów smolistych.

### 1. Pokrycia asfaltowe.

Stosują się jedynie na balkony, tarasy i t. p. przy małym schyle. Układają dwie warstwy asfaltu, po 1 cm grubości, najlepiej na podkładzie betonowym, 13 do 15 cm grubym, lub bezpośrednio na sklepieniu. Spodnia warstwa pozostaje szorstką, górną wygładza się. Przy ścianach (przeciw zaciekaniu) podciąga się asfalt na 1 do 1,5 cm wysokości ponad powierzchnię pokrycia.

### 2. Pokrycia tekturą smołowcową.

Waga około 35 kg/m<sup>2</sup> pokrycia (pochyłego) łącznie z krokwiami. Schył zazwyczaj stosowany od 1:5 do 1:7,5. Deskowanie 2,5 cm grube, przyczem łączenie desek na wpust pożądane, aczkolwiek nie konieczne. Deski do 20 cm szerokości przybijają się o mijających się zetkniach. Przy mniejszych odstępach między krokwiami (0,9 do 1,0 m) starczą deski 2 cm grube, bez wpustu.

**Krycie na listwy trójkątne**, o podstawie 6,5 cm, a wysokości 3,3 cm, przybijane na deskowanie druciakami (Nr. 19/36) co 0,75 m. Listwy same leżą w odstępach 0,98 m, a należy przybijać je dokładnie w liniach prostych; na pole między listwy rozwija się zwój tektury smołowcowej, 1 m szeroki tak, aby cały pas się ułożył gładko, bez fałd i aby brzegi jego się nakładały na boki listew, do których

się tekturę przybija. Na listwę i szew nakłada się pokrywy z pasów tekturowych, 10 cm szerokich, które co 5 do 6 cm przybija się druciakami Nr. 16/12 do 16<sup>1</sup>/<sub>2</sub>/12.

Na grzbiecie strzechy tak obustronne pasy tektury, jako też i paski pokrywające, zachodzą na siebie po 10 cm, w szwach zaś poziomych, niezbędnych na tej samej połąci dachu, zakładka bywa tylko 8 cm.

Paski pokrywające i wszelkie szwy, oraz okapy powlekają się mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu do strzech, która po skrzepnięciu ma ciągliwość miękkiej smoły. Następnie powleka się całe pokrycie wrzącą mazią pogazową, z małym dodatkiem asfaltu i nasiewa suchy ostroziarnisty piasek. Potrzeba ponowienia powłoki objawia się zanikiem pierwszej powłoki i przezieraniem tektury.

**Krycie bez listew** nadaje się tylko do celów czasowych lub na podrzędne budynki. Tekturę ze zwojów układa się pasami poziomymi, począwszy od okapu, z zakładką 4-0 centymetrową każdego następnego pasa na górny brzeg poprzedniego. Gwoździe co 5 cm, w odstępnie 2 cm od krawędzi. Szwy i okapy smaruje się mazią (lakiem) asfaltową (jak przy kryciu na listwy), następnie smaruje się całą powierzchnię dachową i posiewa piaskiem.

Na 1 m<sup>2</sup> pokrycia z wyborowej tektury smołowcowej, na listwy trójkątne, potrzeba:

Tektury	Listew m. bież.	Gwoździ		Asfaltu kg	Mazi pogazowej kg
		19/36 sztuk	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> /12 sztuk		
1,05 m <sup>2</sup> wagi około 3,0 kg	1,05	3	60	0,3	0,7

Na 1 m<sup>2</sup> pokrycia z tektury pośledniejszego gatunku, bez listew potrzeba:

Tektury	Gwoździ 16/12		Asfaltu kg	Mazi pogazowej kg
	sztuk			
1,05 m <sup>2</sup> wagi około 2,5 kg	50		0,2	0,7

Na lepsze budynki używają też podwójnej warstwy tektury smołowcowej. Dolna warstwa w pasach równoległych do okapu, na zakładki 6 do 8 cm, gwoździe co 8 do 10 cm u górnego brzegu; na nią układają druty zabezpieczające, przeciągnięte od okapu do grzbie-tu strzechy w odstępach 1 m, a co 92 do 94 cm przybijane, po-czem pierwszą tę warstwę smaruje się grubo lakiem asfaltowym i na-lepia na nią drugą warstwę tak samo pasami równoległymi do oka-pu, zaczynając jednak u okapu pasem o połowie szerokości. Przy-bija się tę warstwę w sposób podobny jak spodnią, wreszcie sma-ruje się całą powierzchnię jak przy kryciu na listwy.



### 3. Strzechy warstwiczne (holcementowe).

Waga  $1 \text{ m}^2$  łącznie z krokwiami i deskowaniem 180 kg. Zwykły schył 1:18 do 1:20 (podług P. min. p.).

Rozstawienie krokwi 0,7 do 0,8 m, przy przekroju 12·15 do 13·18 cm. Deskowanie 2,5 do 3,5 cm grube, na wpust. Na deskowanie nasiewa się przedewszystkiem warstwa suchego drobnego piasku lub popiołu, grubości 2 do 3 mm, na niej układa się albo 4 warstwy papieru, albo jedną warstwę tektury i 3 warstwy papieru, stąd i nazwa „warstwiec”. Zwoje papieru bywają 1 do 1,05 m szerokie, a pasy jego układają się ze szwami mijającymi się i na zakładkę 15 cm. Każdą warstwę smaruje się mazią warstwiczną, (dawniej z niemieckim cementem drzewnym lub holcementem zwaną, chociaż w niej niema ani cementu, ani drzewa, ani też przeznaczeniem jej nie jest zlepianie drzewa, lecz warstw papieru, a jest ona tylko swoisto przysposobioną mazią pogazową), poczem nalepia się warstwa następną.

Czwartą warstwę smaruje się trochę grubiej mazią warstwiczną i posiewa drobnym piaskiem na 1 do 1,5 cm grubości, na który nasypuje się warstwę grubego żwiru, 6 do 10 cm wysoką, której warstewkę wierzchnią należy zmieszać z gliną lub mułkiem ze żwirówek, w celu ochrony od wypłukiwania.

Cynkową blachę okapową wkleja się między warstwy papieru i przybija do deskowania. Warstwę żwiru odgradza od rynny t. zw. odżwirka, t. j. mocna listwa dziurkowana, wsparta dolutowaniem podpórkami trójkątnymi, z blachy Nr. 14 lub 15, a służąca jednocześnie za odsiek (filtr) dla wody zbierającej się w żwirze. Należy zapewnić prawidłowe przewietrzanie pod deskowaniem.

#### d. Rynny i deszczówki.

**Rynny.** Pochyłość około 1:120. Dla mniejszych budynków szerokość 15 do 20 cm, a głębokość przynajmniej 7 cm; dla większych zaś szerokość 20 do 25 cm, a głębokość przynajmniej 10 cm. Na  $1 \text{ m}^2$  strzechy w planie liczą średnio przekroju rynny 0,8 do  $1 \text{ cm}^2$ . Rynny przytwierdzają się hakami co 0,8 do 1,25 m. Przednia krawędź rynny powinna leżeć niżej od tylnej, aby, na wypadek zapadania lub w czasie ulewy, woda przelewała się zawsze na zewnątrz, a nie w stronę strzechy. Pożądane bywają niekiedy t. zw. odśnieżki, chroniące od spadania śniegu i lodu. I rynny trzeba od czasu do czasu doglądać, by zaradzać zawczasu złemu, jakieby się pojawić mogło.

**Deszczówki** (rury spustowe) urządza się co 15 do 25 m rynny. Średnica ich prześwitu zazwyczaj 13 do 15 cm; przekroju zaś liczą  $1,0$  do  $1,2 \text{ cm}^2$  na  $1 \text{ m}^2$  strzechy w planie. Deszczówki przytwierdza się do ścian okleszczkami w odstępach 1,5 do 3,0 m.

### e. Ochrona budowli od wyładowań elektryczności atmosferycznej:

Patrz Dział XVI. Elektrotechnika.

## IV. WYKOŃCZENIE WEWNĘTRZNE.\*)

### a. Schody.\*\*)

Wygodną stromość schodów otrzymamy, zakładając:

2 razy szerokość stopnia + wysokość stopnia = 62 do 64 cm;  
 lepiej zaś:  $\frac{4}{3}$  szerokości stopnia + wysokość stopnia = 52 cm.

**Schody główne:** w domach mieszkalnych szerokość schodów 1,3 do 2 m, w budynkach publicznych do 3 m, przyczem stopnie 16 do 17 cm wysokie, a 31 do 29 szerokie. Schody ponad 3 m szerokie miewają stopnie 15 cm wysokości, przy 32 cm szerokości; zwykle schody 18 na 28 cm (w Berlinie liczą 6 stopni na 1 m wysokości); **schody podrzędne** 20 na 25,5 cm (podł. P. min. p. 19 na 25 cm), przy szerokości schodów 1 do 1,2 m.

Stopnie nie ponad 24 cm wysokości i nie mniej niż 22 cm szerokości; najwygodniejsze 16,5 cm na 30 cm. Stosunek stromości raz obrany należy na tych samych schodach, przeprowadzić przez wszystkie piętra. Wysokość w prześwicie między dwoma, ponad sobą leżącymi ramionami schodów ma być nie mniejsza niż 2,2 m. Jedno ramię powinno w sobie zawierać nie więcej niż 18, a nie mniej niż 3 stopnie; najczęściej bywa 12 do 15. Zawratty (podesty) i dojścia z dworu nie węższe niż same ramiona schodów. Dostatnie oświetlenie jest niezbędne, a każde ramię schodów należy zaopatrzyć we wspory z poręczami.

W schodach kręconych szerokość stopni mierzy się w środku ich długości. W schodach rozszczepiających się suma szerokości obu ramion bocznych nie ma przekraczać półtorakrotnej szerokości ramienia środkowego.

Z każdego punktu budynku oddalenie do najbliższej schodni (klatki schodowej) nie ma przekraczać 25 m.

Schody drewniane należy od spodu podtrzcinać i wyprawić, albo też zastąpić w inny, ale nie mniej ogniotrwały sposób. Za schody ogniotrwałe należy uważać tylko takie, których części dźwigające (schodnice i t. p.), podstopia i przedstopki są murowane, kamienne lub żelazne; wyłożenie stopni takich (żelaznych o ile nie są dziurkowane) drzewem nie uwłącza pojęciu ogniotrwałości.\*\*)

### b. Stropy.

Obciążenia podano w dziale XV, rozdz. I. Wypełnianie stropów gruzem budowlanym jakiegobądź rodzaju, jest niewłaściwe.

\*) Wanderley, Baukonstruktion; Baukunde des Architekten; Gottgetreu, Hochbaukonstruktionen, Tom I i II, Berlin, Wilh. Ernst & Sohn.

\*\*\*) Obliczenie samonośnych schodów kamiennych, Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 288 i 380.

\*\*\*\*) Ścisłe biorąc schody żelazne można uważać tylko za niezapalne, bo ogniotrwałości one bynajmniej nie są.

## 1. Stropy drewniane.

## a. Stropy belkowane.

W domach mieszkalnych liczy się 1,6 do 0,8 mb. belki na m<sup>2</sup> stropu.

**Odstępy środków belek** warunkują się nośnością belek i podłogi, oraz ich obciążeniem: w składach przedmiotów ciężkich co najwyżej 0,8 m, w mieszkaniach 0,8 do 1,05 m, ponajczęściej 0,95 m. Zakładając wagę własną i obciążenie stropu 500 kg/m<sup>2</sup>, a naprężenie bezpieczne drzewa  $k_b = 80$  kg/cm<sup>2</sup>, otrzymamy poniższe:

## Przekroje belek.

Rozpiętość m	Odstępy między środkami		Rozpiętość m	Odstępy między środkami	
	0,9 m	1,0 m		0,9 m	1,0 m
2,5	12 · 15 cm	12 · 16 cm	4,5	17 · 22 cm	18 · 23 cm
3,0	13 · 17 „	13 · 18 „	5,0	18 · 24 „	19 · 25 „
3,5	14 · 19 „	14 · 20 „	5,5	19 · 26 „	20 · 27 „
4,0	15 · 21 „	16 · 22 „	6,0	21 · 27 „	21 · 28 „

Zwykle belki układają się przy rozpiętościach do 6 m, podług P. min. p. nawet tylko do 5,6 m. Przy rozpiętościach przekraczających 6 m, berlińska policja budowlana wymaga już przedstawienia obliczeń nośności.

**Belki zzębione.** Wysokość  $\frac{1}{15}$  do  $\frac{1}{12}$  rozpiętości, strzałka podgięcia  $\frac{1}{60}$  długości. Zęby co najwyżej 1 m długie, przy wysokości równającej się  $\frac{1}{10}$  do  $\frac{1}{8}$  wysokości całej belki. Między zęby wkładają wkładki z blachy żelaznej.

**Belki sklinione.** Kliny lub wsadki z drzewa twardego, obustronnie wyłożone blachą, w odstępach  $h$  do  $2h$ ; szerokość ich  $0,5h$ , wysokość  $0,1h$ , jeżeli przez  $h$  oznaczymy wysokość całej belki złożonej. Nad podporami wypada ześrubować je kilkakrotnie, zwiększając ku środkowi belki odstęp między śrubami.\*)

## β. Usztywnienie i podparcie stropów drewnianych.

**Wykrzyżniaki,** są to kawałki łąt, w przekroju 4 cm wysokie, 2,5 cm szerokie, wpuszczone końcami w belki sąsiednie, a parami na krzyż w pionowej płaszczyźnie ułożone i między belki tak silnie wbite, aby je rozpięrały. Wykrzyżowania te zakładają się w polu międzybelkowym w odstępach 2 do 2,3 m, a w poprzek belek w jednej linii, w której też układa się ściągi przeciwdziałający rozporowi wykrzyżniaków.

**Rozprze** są to bale 5 cm grube, na wysokość belki szerokie, w końcach ukośnie przycięte i wbite jak kliny z góry między belki sąsiednie; rozpięrając silnie belki, wymagają i one ściągów, tak samo jak wykrzyżniaki.

\*) Obliczenia belek zzębionych i sklinionych, Ph. Forchheimer, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892 str. 100, oraz: Wochenschr. d. oesterr. Arch. u. Ing. V. 1891.

**Siestrzan** (podciąg), wspierając belki w pośrodku, pozwala zwiększyć rozpiętość stropu do 9,5 m, przy zastosowaniu zwykłych przekrojów belek.

**Siestrzańce** są to słupy pod siestrzanami, w odstępach 3 do 4 m stawiane. Dodając jeszcze do nich ramiona pod  $45^{\circ}$  pochylone, oraz siodła nad nimi, można podeprzeć siestrzan jeszcze w oddaleniu 2 m od siestrzańca, czyli ogółem osiągnąć rozpiętości siestrzana do 8 m między siestrzańcami.

**Grubość** drewnianych słupów kwadratowych (o wysokości  $h$  w m) bywa  $(16 + h)$  cm do  $(16 + 1,3h)$  cm; bezpieczniej jednak będzie, obliczyć je na ciśnienie i wyboczenie, p. Tom I, str. 342, oraz 345 i nast.

### 7. Stropy drewniane, o znacznej rozpiętości.

**1. Rozpornie.** Rozpornia zwykła, t. j. pojedynczy kozioł rozporniany, z dwóch zastrzałów wciętych w belkę główną, która podpiera albo bezpośrednio belkowanie, albo też siestrzany w odstępach 3 do 4 m; rozpiętość 7,5 do 9 m. Rozpornia z rozporą: łby zastrzałów łączą się z rozporą środkową, albo bezpośrednio na zetknięciu ukośną (przyczem zaleca się nadzianie żeliwnego czepca na takie złącze), a siestrzany spoczywają natenczas na rozporze, albo też każdy z dwóch siestrzanów leży między łbem zastrzała a końcem rozpory; rozpiętość do 12 m.

Rozpornica zwykła: belka wsparta bezpośrednio koźłem z pary zastrzałów, wciętych w spód belki w środku jej rozpiętości; rozpornica trzyprześłowa może być bez rozpory, a natenczas zastrzały wcinają się w spód belki w punktach, dzielących rozpiętość w przybliżeniu na 3 równe części, albo też z rozporą, a natenczas pod belką mamy niejako rozpornię z rozporą. Dla jeszcze większych rozpiętości można zdwoić zastrzały, otrzymując rozpornicę o zastrzałach zdwojonych cztero-, albo pięcioprześłową (z rozporami lub bez nich). Stopy zastrzałów opierają się zawsze na podporze, a więc na murze, na zamurowanej poduszce z ciosu i t. p.

**2. Wieszary.** Wieszary jedносторczykowe na 7,5 do 10 m rozpiętości, dwustorczykowe do 15 m, trzystorczykowe (zdwojone) do 20 m rozpiętości. Belka główna, ściągnicą zwana, podwieszona się u storczyków (słupów wieszarowych) w lżejszych ustrojach co 5 do 6 m, w bardziej obciążonych co 4 do 5 m. Storczyk można zastąpić lisicą, t. j. parą pionowych bali, obejmujących obustronnie ściągnicę i węzeł górny (t. j. złącze zastrzałów lub złącze zastrzału z rozporą) i biorących je jakoby w dyby. W nowszych ustrojach zastępują go ściągciem żelaznym, nadziewając nadto żeliwne czepce na górne węzły.

W wieszarach jedносторczykowych łby zastrzałów łączą się na zacięciu z górnym końcem storczyka, albo też, przy zastosowaniu lisicy lub ściąga, łączą się bezpośrednio ze sobą w czepcu żeliwnym, na zetknięciu ukośną, albo wreszcie wywierają swe parcie na przegrodę odlaną we wnętrzu czepca. W dwustorczykowych łb zastrzału łączy się w sposób podobny z końcem rozpory. Wieszar

trzystorczykowy jest niejako połączeniem wieszara jedno i dwustorczykowego. Storczyki i zastępujące je ustroje, jako lisice i ściągigi, należy zaopatrzyć w przyrządy do wyprężania.

Stopy zastrzałów łączą się ze ściągnięciem na zacięcie, zazwyczaj z dodaniem śruby ściągającej to złącze.

Pochyłość zastrzałów względem poziomu, tak w rozpornicach i rozpornicach, jako też w wieszarach, bywa od  $25^{\circ}$  do  $60^{\circ}$ , jednakże zalecałoby się raczej nie przekraczanie granic ciśniejszych, a mianowicie od  $30^{\circ}$  do  $45^{\circ}$ .

Obliczenie rozporni i wieszarów p. Dział XV.

#### d. Podpory belek.

Dostateczną jest długość oparcia belki na podporze, równająca się wysokości belki; lepiej jednak dawać przynajmniej  $25$  do  $30$  cm. Końce belek nie powinny stykać się bezpośrednio z murem: potrzebną jest swobodna przestrzeń  $2,5$  do  $4$  cm wokoło, zwłaszcza zaś od storcowej strony belki, a przestrzeń tę (dla jej przewietrzania) należy połączyć z wewnętrzną przestrzenią budynku. Nadto ochraniając końce belek, owijając je tekturą smołowcową, wołłokiem, albo smarując olejem, mazią drzewną i t. p., rozumie się, w założeniu, że drzewo było wyschnięte.

Podbelcza (murlaty)  $10 \cdot 13$  do  $13 \cdot 13$  cm przekroju, należałoby układać jedynie na odsadzkach ścian, a drzewo na nie powinno być rdzenne i wyrosnięte (p. str. 109). Układa się je licując z wewnętrzną krawędzią odsadzki, a stosuje przeważnie tylko pod belkowanie strzechy.

W celu wzajemnego związania ze sobą ścian frontowych przekłada się przynajmniej niektóre belki przez całą głębokość budynku; do skotwienia ze sobą ścian używa się jednakże tylko belek leżących ponad filarami. Kotwy (ankry) żelazne, przyczepiane do końców takich belek, składają się przedewszystkiem z pręta żelaznego, zwykle płaskownika, długości  $1$  do  $1,25$  m, o przekroju  $1$  na  $4$  do  $5$  cm. Pręt ten przytwierdza się do belki gwoździami, oraz szponą (klamrą), wbitą tuż przed zaczepem, t. j. przed zgrubieniem wewnętrznego końca pręta. W drugim, na zewnątrz skierowanym końcu wyrobione jest w pręcie oko, w którym tkwi przetyk długości  $1$  m, a przekroju  $1,5 \cdot 4$  cm. Waga całej, takiej kotwy bywa  $5$  do  $10$  kg. **Ściany szczytowe** przykotwiają się do belek podobnemi, lecz dłuższymi kotwami, sięgającymi poprzez  $3$  lub  $4$  belki, a układanymi w odstępach wzajemnych  $3$  do  $4$  m. Taka kotwa waży  $10$  do  $15$  kg.

#### e. Polepy.

Na  $1$  m<sup>2</sup> powały potrzeba:  $7,5$  mb. żerdzi  $12$  cm średnicy w środku,  $0,4$  m<sup>3</sup> gliny luźnej i  $0,3$  snopa słomy.

Na  $1$  m<sup>2</sup> polepy zwykłej,  $13$  cm wysokiej, licząc całe pole stropu, t. j. wraz z belkami, potrzeba:  $0,025$  m<sup>3</sup> żerdzi lub okrajek (obladrów),  $0,1$  m<sup>3</sup> gliny luźnej i  $0,3$  snopa słomy.

Na 1 m<sup>2</sup> polepy pełnej, 26 cm wysokiej (przez całą wysokość belkowania), nie odliczając belek (leżących w odstępach 1 m), potrzeba: 0,025 m<sup>3</sup> żerdzi, 0,16 m<sup>3</sup> gliny i 0,42 snopa słomy. Na każdy dodatkowy cm wysokości belek dolicza się po: 0,008 m<sup>3</sup> gliny i 0,02 snopa słomy, na każdy m<sup>2</sup> polepy.

## 2. Stropy niepalne.

Dwuteowniki pod sklepienia należy łączyć wzajemnie ściągami, a końce takich belek układać na podkładkach lanożelaznych (żeliwnych), o ile samo pole dolnego pasa, wspierającego się na murze długością 0,25 do 0,3 m, nie starczy na bezpieczne przeniesienie obciążenia na mur. Ciśnienia bezpieczne na mur podano w tomie I, str. 339, a z nich łatwo obliczyć niezbędne pole podkładek. Siostrzany bliźniacze, składające się z dwóch (lub więcej) obok siebie leżących, ześrubowanych ze sobą belek żelaznych, wspiera się zawsze na wspólnej, większej podkładce. Kilka warstw tuż pod podkładkami muruje się zazwyczaj z klinkieru na zaprawę cementową. Przejmy (weksle), bezpośrednio nad otworem ułożone, albo mające odciążać łuki, a również i siostrzany, podpierają leżące na nich belki żelazne bezpośrednio, t. j. bez podkładek, same natomiast spoczywają najczęściej na podkładkach. Ściany, na których leżą belki lub dźwigary, powinny być przynajmniej 1 cegłą grube, lepiej 1½, cegły (p. str. 159 i 160).

**Sklepienia łączaste między dwuteownikami.** Ustrój p. str. 165.

Wagi i obciążenia p. Dział XV. rodz. I.

**Stropy ustroju Monier'a**, sklepione między dwuteownikami, składają się z osnowy żelaznej i wątku z zaprawy cementowej; siatki druciane zwiększają ich wytrzymałość. Na rozpiętość 4,5 m starczy strzałka 0,4 m przy grubości sklepienia 5 cm; waga sklepienia takiego 115 kg/m<sup>2</sup>, a obciążenie bezpieczne, nawet jednostronnie działające, 1500 kg/m<sup>2</sup>. Na rozpiętość 8 m strzałka 0,75 m, grubość 5 cm w zworniku, a 8 cm przy wezgiłowiu, waga 140 kg/m<sup>2</sup>, a obciążenie bezpieczne 2500 kg/m<sup>2</sup>. Przy tym ustroju przejmy nad oknami i drzwiami bywają najczęściej zbyt ciężkie. Szeregi słupów, wspierających belki sklepień, (a ustawianych w odstępach około 4-ro metrowych), należy łączyć ze sobą ściągami, albo też poprzecznymi beleczkami wiązaczami.

Doświadczenia w Peszce (w r. 1890) wykazały, że nośność sklepienia ustroju Monier'a była 5,2 razy większa, niż nośność równo grubego sklepienia betonowego, a nośność płaskiej płyty monierowskiej 12 razy większa, w porównaniu z równie grubą płytą betonową, zwykłą.

W ostatnich latach, oprócz monierowskich zeskładów żelazno-betonowych, pojawiło się bardzo wiele, przeróżnych ustrojów pokrewnych, starających się wyzyskać jak najlepiej odmienne właściwości materiałów składowych, t. j. znaczne ciągnięcie bezpieczne żelaza i ciśnienie betonu. Stosując podobne ustroje, należałoby jednakże sprawdzać uprzednio obliczeniem, czy istotnie dany ustrój przy danym obciążeniu pracuje zgodnie ze swem przeznaczeniem, t. j. żelazo na ciągnięcie, a beton na ciśnienie.\*

\*) Porównaj liczne artykuły w tym przedmiocie M. Thullie'go, we wielu ostatnich rocznikach Przeglądu Technicznego, np. r. 1902, str. 261, 262.

**Płaskie stropy** z desek gipsowych, bądźto na belkowaniu drewnianem, bądź też na żelaznem. Deski gipsowe (z gipsu twardego) układają na belkach drewnianych, jako podłogę, zamiast powały, w grubościach 5 do 7 cm, albo też jako sufit, zamiast podsiębitki, trzciniowania i wyprawy, w grubościach 2,5 do 3 cm. Pod strop, sklepiony na dwuteownikach, układają deski gipsowe, grubości 5 do 7 cm, na dolne pasy belek, w celu wytworzenia płaskiego sufitu.

**Stropy Rabitz'a**, z gipsu, na osnowie z żelaznej siatki drucianej, stosują do wytworzenia płaskiego sufitu pod sklepieniami łączastymi na dwuteownikach, a stropy te wspierają się na pionowo ustawionych płaskownikach przekroju 60·8 mm, spoczywających na dolnych pasach dwuteowników.

**Stropy systemu Klein'a**. Płaski strop rozpiętości 1,0 do 2,0 m, między belkami żelaznymi lub ścianami z cegły zwyczajnej, dziurowanej, dętej lub dziurkowatej, wytwarza się w ten sposób, że na płaskim poddeskowaniu układają się cegły na rąb, szeregami w kierunku swej długości, wpoprzek pól międzybelkowych. W zaprawę cementową, wypełniającą każdą podłużną spoinę, wkłada się taśmownik żelazny, wspierający się końcami na belkach lub ścianach. Przestrzeń ponad tego rodzaju płaskim sklepieniem, aż do wierzchu belek żelaznych, wypełnia się popiołem, albo betonem żużlowym, a na wypełnieniu tem układa się podłoga. \*) Waga stropu 220 kg/m<sup>2</sup>.

**Betonowe stropy ubijane** między dwuteownikami, p. str. 178.

**Stropy z blachy głębokofalistej**, proste, albo sklepieniaste, na dwuteownikach, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu betonem cementowym.

### c. Podłogi.

#### 1. Podłogi z desek.

Deski na podłogę przybijają się zazwyczaj wprost na drewniane belki stropu. Nad sklepieniami, albo też wprost nad ziemią, wypada ułożyć uprzednio legary o przekroju 10·12 do 12·15 cm, w odstępach 0,8 do 1,1 m, np. w podłoże z czystego, suchego popiołu.

Układając jednak legary na ziemi, trzeba wybrać ją do pewnej głębokości i starannie zastąpić przynajmniej suchym piaskiem, gliną i t. p., w celu zapobieżenia pojawieniu się grzyba (p. str. 108). Najpewniejszym pod tym względem ustrojem będzie jednak układanie legarów na filarkach z cegły i złączenie tak powstałej podłogą swobodnej przestrzeni z jednej strony otworami z dworem, z drugiej zaś z kominem lub piecem, w celu zapewnienia ustawicznego przewietrzania. Podłogę zwykłą na legarach można też zastąpić podłogą klepkową, ułożoną na asfalcie, który znów spoczywa na podbetonowaniu lub podbrukowaniu

\*) Centralbl. d. Bauverw. 1894, str. 360.

## 2. Bruk w dziedzińcach i t. p. \*)

**Bruk z kamieni zwykłych:** Kamienie powinny być możliwie równej wielkości i twardości, pod nimi zaś 10 do 15 cm podsypu piaskowego, silnie ubitego.

**Bruk z kamienia polnego:** Na 10 m<sup>2</sup> bruku 21 cm grubego potrzeba: 2 m<sup>3</sup> kamieni, 1,6 do 0,4 m<sup>3</sup> żwiru. Przy grubościach bruku 13 do 16 cm potrzeba tylko 0,16 m<sup>3</sup> kamieni.

**Bruk (posadzka) z płytek** układa się na zaprawę wapienną, gipsową, a na dworze na cementową. Na 10 m<sup>2</sup> posadzki potrzeba, oprócz płytek, 0,25 m<sup>3</sup> zaprawy i 0,8 do 1,6 m<sup>3</sup> piasku na podsyp.

Wypełniać spoiny należy nie zaprawą cementową, lecz jasno-barwną zaprawą z wapna wodotrwałego, a to ze względu na lepszy wygląd; cement bowiem czernieje.

**Bruk (posadzka) z trocinowca** (ksylolitu) p. str. 84.

**Bruk drewniany** (drewniak) nie powoduje turkotu, podatny zatem zwłaszcza na przejazdy, dziedzińce, w bramach, stajniach i t. p. Podkład betonowy, 10 do 20 cm gruby, (z betonu cementowego, w stosunku 1 cementu na 7 żwiru) na nim nieraz układają warstwę piasku, 1 cm grubą, albo też cieniutką warstewkę asfaltu smołowego. Podkłady ze żwiru, makadamu lub desek, zamiast betonu, okazały się nieprzydatnymi.

Klocki drewniane z buczyny, albo z cienkowłóknistych drzew iglastych, o krawędziach pełnych, prostokątnych, należyce wysuszone, bez bielu i sęków, nasycają się chlorkiem cynkowym (p. str. 109), a nie kreozotem. Wysokość i szerokość 5 do 8 cm, przy długości 15 do 16 cm. Pewna ilość klocków łączy się przez obwinienie cynkowanym drutem żelaznym, 2,5 mm grubym, w płyty wielkości 0,25 do 0,50 m<sup>2</sup>, które przed ułożeniem zanurza się na 3 cm głęboko w mieszaninę mazi i smoły. Powierzchnie storcowe kłosa tworzą jego podstawę i wierzch. Szerokość spoin 3 do 4 mm, a wypełnia się je najpierw na 1 do 2 cm wspomnianą powyżej mieszaniną smoły i mazi, resztę zaś spoiny zalewa się potem albo zaprawą cementową, albo też asfaltem. Na gotowy bruk nasiewa się warstewkę żwiru 1 cm grubą.

**Bruk ceglany.** Na 1 m<sup>2</sup> bruku (posadzki) z cegły na płask, ułożonej na podkładzie piaskowym, z zalaniem spoin, potrzeba: 32 cegły i 8 l zaprawy; a jeżeli pod cegłę podłożyć 12-to milimetrową warstwę zaprawy, to liczy się na m<sup>2</sup>: 32 cegły i 17 l zaprawy. Na 1 m<sup>2</sup> posadzki z cegły na rąb, bez podkładu z zaprawy: 56 cegieł i 15 l zaprawy, a z podkładem zaprawy: 56 cegieł i 30 l zaprawy. Podkład piaskowy, 10 do 20 cm gruby, nasypują w dwóch warstwach, z których każdą z osobna wplawiają i walcują. Dla możliwie równomiernego ścierania się posadzki pożądanem jest, aby twardość cegły i zaprawy (po związaniu) była możliwie jednakowa.

\*) O brukach ulicznych (Wybór materyału kamiennego, formatu, dobywanie kamienia, kosztu porównawcze i t. p.) w dziele nagrodzonym na konkursie: E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen, Berlin.



### 3. Klepiska (jastrychy).

**Klepisko asfaltowe.** Asfaltem wylewają podłogi piwnic, kuchon, pralni, łazienek, spichrzy, stajon; wylewają nim chodniki, tarasy, deptaki i t. p. na pokładzie z cegły na rąb lub na płask, albo na betonowym, 8 do 15 cm grubym. Na klepisko takie, 2 cm grube, liczy się na 1 m<sup>2</sup>: asfaltu 40 kg, gudronu 2 kg, żwirku 20 kg. W lepszym wykonaniu kładą się na siebie 2 warstwy po 1 cm grube. Na brukli uliczne stosują wyłącznie asfalt stłaczany, p. str. 104.

**Klepisko (jastrych) gipsowe** p. str. 90.

**Klepisko z zaprawy wapiennej** (terazzo weneckie) układa się w dwóch warstwach. Spodnia, 10 cm gruba, składa się z części objętościowych: 3½ grubo tłuczonych strzechówek (dachówek), 1 wapna gaszonego i 1 do 2 miążko mielonej cegły; w tę warstwę wciska się oddzielne kawałki marmuru. Do wierzchniej warstwy dodają nadto jeszcze farb ziemistych i zacierają potem olejem lnianym. Na 1 m<sup>2</sup> takiego klepiska wychodzi średnio: 0,11 m<sup>3</sup> tłuczonej strzechówki, 0,04 m<sup>3</sup> mielonej cegły, 0,06 m<sup>3</sup> wapna gaszonego, 14 kg kamyków marmurowych, 0,4 do 0,5 kg farb ziemistych i 0,2 kg oleju lnianego.

**Klepisko betonowe**, grubości 10 cm, a mianowicie podkład betonowy 8 cm i warstwa 2 cm gruba z zaprawy cementowej. Na 1 m<sup>2</sup> potrzeba 0,05 m<sup>3</sup> zaprawy cementowej.

**Klepisko z papirolitu** układa się w grubości 2 cm na podkładzie betonowym, drewnianym, lub na innej posadzce, a po tygodniu można po niem chodzić i jeździć. Jestto klepisko bez spoin, ciepłe, niepalne, nieprzemakalne, a i dźwięk mało przez nie przenika.

### d. Okna i drzwi.

**Skrzydła okienne:** 0,5 do 0,8 m szerokie, z drzewa 3 do 5 cm grubego.

**Krzyż w oknie:** 4 do 5 cm szeroki, 5 do 8 cm gruby.

**Malowanie okien:** Stosunek pola przeszwitu okna do powierzchni pomalowanej okna pojedynczego, za wyłączeniem podoknicy (deski parapetowej) bywa średnio:

1 : 2½	· · · · ·	w oknach dwuskrzydłowych,
1 : 2 do 1 : 2½	· · · · ·	» » cztero » ;
1 : 1½	· · · · ·	» » sześćo » ;

w założeniu, że szerokość drzewa nie przekracza 6,5 cm.

**Szyby (szkliny).** Zazwyczaj unikają szyb większych niż 50 · 70 cm, a to w celu nie powiększania kosztów utrzymania. Na szyby rozmiarów do 30 · 40 cm starczy szkło 1,5 mm grube, do 40 · 70 cm szkło 2 mm grube, do 80 · 100 cm szkło 3 mm grube, ponad tę wielkość biorą 4 mm grube, albo nawet szkło zwierciadlane (podług P. min. p.). O szkle por. str. 99 i nast.

**Odrzwice.** Długość drzewa, zużytego na odrzwicę, równa się obwodowi przeszwitu + 1,5 m.

W ściany grubości 25 cm lub mniej wstawiają zazwyczaj odrzwice z bali, w ściany zaś 38 cm lub grubsze wstawiają odrzwice z dwo-

jone (dwie odrzwice z krzyżulców, złączone ze sobą rozworami). W ścianach 38 cm i grubszych można zamurowywać wsadki (tyble) dla przytwierdzenia drzwi i okładzin, lecz tylko dla drzwi mało przetwieranych. (P. min. p.).

**Drzwi z łąt.** Na dwie poprzecznicę i zastrzał dolicza się  $\frac{1}{5}$  całego pola drzwi, na obwódkę  $\frac{1}{6}$ , a potem na  $m^2$  liczy się 9 mb. łąt i 20 łąciaków (gwoździ).

## V. BUDOWLE POSZCZEGÓLNE.\*)

**Kościóły.** a) Katolickie. Na jedno siedzenie liczy się  $0,47 m^2$  podłogi, na 1 miejsce dla stojących  $0,3 m^2$ . Szeregi ławek w odstępach  $0,94 m$ .\*\*) Chodnik środkowy, między ławkami, ze względu na procesy przynajmniej  $2,0 m$ , lepiej  $2,5 m$  lub więcej. W dogodnych miejscach, zwłaszcza przy filarach, w nawach bocznych ustawia się konfesjonały. Nawę od ołtarza wielkiego przedziela wspora  $0,8 m$  wysoka, z klęcznikiem.

b) Protestantckie. Na jedno siedzenie liczy się  $0,42 m^2$ , przy odstępach szeregów ławek  $0,84 m$ . Chodnik środkowy może być węższy niż w kościołach katolickich, konfesjonały zbyteczne. Ponieważ granica dokładnego słyszenia bywa w oddaleniu 25 do 30 m, a dosłyszenie kazania jest rzeczą podstawową w kościele protestanckim, więc też uznano za najwłaściwsze budować kościoły protestanckie z balkonami (emporami) i nie większe niż na około 1000 siedzeń.\*\*\*)

c) Dane wspólne dla obydwu wyznań. Na 1000 parafian (łącznie z dziećmi) można liczyć, że jednocześnie nie bywa więcej w kościele niż 450 dorosłych i 120 dzieci. Na wielki ołtarz, stojący na kilkostopniowym wywyższeniu, potrzeba swobodnego miejsca 4 do 8 m w kwadrat. Kazalnica zazwyczaj przy filarze ze schodami widocznymi, albo też nieraz ukrytymi w grubszych filarach muryrowanych. Chór przynajmniej  $3,5$  ponad posadzką kościoła. Zakryty, w bliskości wielkiego ołtarza, powinna być ogrzewana. Kierunek nawy głównej: ołtarz wielki na wschód—kruchta (babiniec) zazwyczaj na zachód.

**Szkoły.** Na jednego ucznia, stosownie do jego wieku i rodzaju szkoły, liczą w Prusach  $0,7$  do  $0,9 m^2$  podłogi, przy 70 do 80 ucz-

\*) Okólnik prusk. minist. robót publ. z 1 list. 1892: Przepisy dotyczące sposobu budowania budowli stawianych przez państwowy zarząd budowlany, z uwzględnieniem bezpieczeństwa komunikacji; Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 549. — Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie. Dane szczegółowe dotyczące budynków różnych przeznaczeń zawiera Tom II dzieła: Baukunde des Architekten, 1884, Berlin, Ernst Toeche.

\*\*) Zeitschr. f. Bauwesen 1871, str. 149.

\*\*\*) Kongres w sprawach budowy kościołów protestanckich; Centralbl. d. Bauverw. 1894, str. 226 i 232. Oraz: A. Sturmhoefel; Akustik des Baumeisters, Berlin 1894.

niach w każdej klasie. Objętość zaś przynajmniej  $2,25 \text{ m}^3$ , w szkołach średnich zaś  $4,0 \text{ m}^3$  na ucznia. W szkołach wiejskich liczą w różnych państwach niemieckich na ucznia od  $0,31$  do  $0,69 \text{ m}^2$  podłogi. Pole prześwietu okien powinno być przynajmniej równe  $\frac{1}{5}$  pola podłogi, a filary międzyokienne nie szersze niż  $1,2 \text{ m}$ .

Odstęp między przednią ławką a ścianą przynajmniej  $1,7 \text{ m}$ , chodnik środkowy  $0,5 \text{ m}$ , boczny przy oknie  $0,4 \text{ m}$ , boczny przy ścianie środkowej  $0,6 \text{ m}$ , między tylną ławką a ścianą  $0,3 \text{ m}$ , wokół pieca wreszcie  $0,8 \text{ m}$  swobodnego przejścia; wszystkie miary podane są minimalne, gdyż właściwie wszystkie chodniki powinny być szersze niż  $0,7 \text{ m}$ .

Długość ławki na jednego ucznia, w zależności od jego wieku,  $0,47$  do  $0,70 \text{ m}$ ; najczęściej liczą po  $0,56 \text{ m}$ . W jednej ławce nie powinno siedzieć więcej niż 5 uczni. Największa długość  $L$  klasy nie ma przenosić  $9,5 \text{ m}$ , aby uczniowie i z tylnych ławek mogli dojrzeć pismo na tablicy. Szerokość  $B$  klasy powinna pozostawać do długości  $L$  w stosunku  $2:3$ , a co najwyżej  $3:4$ , sama zaś szerokość klasy bywa  $5,5$  do  $7,5 \text{ m}$ , w Prusach  $B \leq 6,5 \text{ m}$ . Wysokość izby szkolnej  $3,2$  do  $4,5 \text{ m}$ . Okna powinny sięgać aż pod sam strop, należałoby zatem unikać zasklepienia ich łukami o większej strzałce. Oboknie powinno się rozszerzać do wnętrza izby. Wierzch okna ponad podłogą ma się znajdować nie niżej niż na  $\frac{1}{2}$  szerokości izby. Podoknica  $1,0$  do  $1,2 \text{ m}$  nad podłogą. Dolne części ścian należałoby malować olejno. \*)

**Sale gimnastyczne (bojnie).** Na każdego bojnika  $4,0 \text{ m}^2$  boiska, a więc np. bojnica na 50-ciu dorosłych bojników  $22,0 \text{ m}$  dł.,  $11,0 \text{ m}$  szer. i  $5,5 \text{ m}$  wysoka, albo  $25,0 \cdot 12,5 \cdot 6,5$ . \*\*) W pruskich szkołach gminnych i seminariach na 50-ciu bojników:  $15,7 \cdot 9,5 \cdot 5,0 \text{ m}$ ; na 75-ciu:  $20,4 \cdot 11,0 \cdot 5,7 \text{ m}$ ; na 100:  $22,0 \cdot 12,5 \cdot 6,3$ . Najmniejsze bojnice  $15,0 \cdot 7,5 \cdot 5,0 \text{ m}$ .

**Łazienki.** Celki łazienkowe 2 do 4 m dł.,  $1,8 \text{ m}$  szer.; wanny  $0,7$  wys., górą  $1,5$  do  $1,8 \text{ m}$  dł., a  $0,8 \text{ m}$  szer. Pływalnie: na osobę 2 do  $4 \text{ m}^2$  pływalnika w planie.

**Teatry.** \*\*\*) Szerokość siedzenia  $0,5$  do  $0,6 \text{ m}$ , odstęp rzędów  $0,8$  do  $0,9 \text{ m}$ , a przy siedzeniach samopodnoszących się przynajmniej  $0,7 \text{ m}$ . Dla stojących wypada liczyć przynajmniej po  $\frac{1}{3} \text{ m}^2$  na widza. W krzesłach i na balkonie pierwszego piętra nie więcej niż 14 miejsc w szeregu (przy bocznym lub środkowym chodniku), na innych piętrach najwyżej po 12 miejsc. Ilość pięter nie ponad 4 (we Włoszech budują teatry więcejpiętrowe). Sufit przynajmniej  $2,5 \text{ m}$  ponad podłogą najwyżej położonych miejsc ostatniego piętra.

\*) Dienstanweisung f. d. Kngl. preuss. Bauinspektoren der Hochbauverwaltung (v. J. 1888 mit Nachtrag. v. 1893) str. 356 i 460, Berlin u Wilh. Ernst & Sohn.

\*\*) Jak powyżej, lecz str. 349.

\*\*\*) Przepisy pruskiej policji, dotyczące urządzeń budowlanych i wewnętrznych w teatrach, cyrkach i salach zebrań, z 12 paźdz. 1889, z dodatkiem z 18 marca 1891, Centralbl. d. Bauverw. 1889, str. 447 i 1891, str. 173. Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie.

Stopnie schodów: szerokość przynajmniej 26 cm (a w schodach wachlarzowych, w najwęższym miejscu, 23 cm), wysokość nie więcej niż 18 cm. Nadscenie na poziomie przynajmniej o 3 m ponad sufitem widowni. W widowni na każdym 70-ciu widzów liczy się 1 m szerokości chodników (przejść) i drzwi do korytarza, a ich szerokość ma być przynajmniej 0,9 m. Przed pierwszym rzędem krzeseł przejście przynajmniej 0,65 m. Korytarze nie węższe niż 3 m, a na każdym 80-ciu widzów przynajmniej po 1 m szerokości.

**Salę.** W salach stołowych po 0,75 m<sup>2</sup> do 1 m<sup>2</sup> na osobę, a w pierwszorzędnym po 1,25 m<sup>2</sup>. W salach zebrań, jeżeli wszyscy mają siedzieć, to po 0,5 m<sup>2</sup> na osobę, a jeżeli część zebranych stoi, to po 0,4 m<sup>2</sup> podłogi. \*)

**Więzienia.** Celki dla więźniów odosobnionych przynajmniej po 25 m<sup>3</sup> objętości (4,0 do 4,2 m dł. 2,2 do 2,4 m szer., a conajmniej 3,8 · 2,2 m). Celki wyłącznie na pobyt nocny przeznaczone: 12 m<sup>3</sup> objętości (2,2 m dł. 1,2 m szer.); wspólne sypialnie 10 m<sup>3</sup> na więźnia; pracownie zamknięte 8 m<sup>3</sup> na więźnia.

**Szpitalę.** \*\*) 10 do 12 łóżek na salę uważa wielu za ilość najwłaściwszą, lecz zdania lekarzy są tu bardzo podzielone. Szerokość sal na 2 szeregi łóżek 7,5 do 8,0 m przy wysokości 4,0 do 4,5 m. Odstęp między łózkami (swobodny) przynajmniej 1 m. Na 1 łóżko liczą 7 do 10 m<sup>2</sup> podłogi, a 36 m<sup>3</sup> przestrzeni. Dla wielkich szpitali potrzeba na każde łóżko około 160, dla małych około 200 m<sup>2</sup> placu na urządzenie szpitala z otoczeniem.

**Stajnie.** Wielkość stanowisk bywa:

- na 1 konia roboczego: 2,5 do 2,8 m dł., a 1,25 do 1,5 m szer.,
- na 1 konia wierzch. lub cugowego: 3,1 do 3,5 m dł., a 1,7 m szer.,
- na 1 ogiera 3,5 m dł., a 2,2 do 2,5 m szer.,
- na 1 kobyłę ze źrebięciem 3,7 do 5 m długości i szerokości,
- na 1 źrebca 3,6 do 4,0 m<sup>2</sup>.

Szerokość chodnika (przejścia) jednostronnego 1,5 do 2,8 m, dwustronnego (środkowego) 3,7 do 5,0 m. Mniejsze stajnie 3,0 do 3,5 wysokości, większe do 4,7 m. Strop możliwie odporny na wyziewy stajenne, najlepiej sklepiony.

Drzwi zazwyczaj 1,25 do 1,5 szer., a 2,2 do 2,5 wysokie; dla wjeżdżania konno przynajmniej 2,5 m szer. i 3,0 m wysokie. Okna 1,4 do 1,6 m szerokie, a 0,8 do 0,9 m wysokie; podoknie 2,0 do 3,0 m ponad podłogę.

Podłoga w przedniej części pozioma, w tylnej ze spadkiem 3%, brukowana drzewem, asfaltem lub kamieniem, zaopatrzona w ścieki 0,30 m szerokie, a 0,25 m głębokie.

Wierzch żłobu 1,20 m nad podłogą, szerokość żłobu na dnie 0,25 m, u wierzchu 0,35 m w prześwicie. Drabinki do siana 0,3 do 0,5 m ponad żłobem. Przewory 0,95 m ponad podłogą.

\*) Porównaj uwagę odsyłacza poprzedniego.

\*\*) P. Böttger, Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern; Berlin 1894, Wilh. Ernst & Sohn.

**Wozownie.** Powóz bywa bez dyszla 3,0 do 3,2 długi, z dyszlem zaś 6,25 m przy szerokości 1,5 do 2,0 m. Sikawka bez dyszla 2,8 m, z dyszlem 5,3 m długa, a 1,5 m szeroka. Brama, przez którą ma wjeżdżać woźnica, siedząc na koźle, powinna być przynajmniej 2,5 m szer., a 3,4 m wysoka.

**Parkany drewniane.** Parkany z desek miewają w odstępach 2 do 2,5 m stojce, które zwykle wystają około 2 m ponad ziemię, a zakopują się na 0,9 m głęboko. Sztachety miewają stojce w odstępach 2 m, przekroju 15 do 18 cm w kwadrat, oraz 2 szeregi rozwór o przekroju 10 do 13 cm w kwadrat. Na mb. takiego parkanu liczy się 9 łat sztachetowych i 20 łaciaków.

## VI. KOSZTA I TRWAŁOŚĆ BUDOWLI.

Poniżej oznaczać będziemy przez:

$W$  wartość nowej budowli w markach niemieckich, t. zn. ogólnie kosztu budowy z wyłączeniem kosztów placu; [ $W_f$  oznaczać będzie wartość tę na  $m^2$  powierzchni zabudowanej;  $W_v$  na  $m^3$  przestrzeni obudowanej];

$D$  trwałość budowli wyrażoną w latach, t. zn. do czasu, kiedy budowla mimo staranne utrzymanie i poprawki dalej utrzymać się nie da i musi uleść rozbiórce;

$U$  roczne koszty utrzymania budowli, wyrażone w procentach wartości  $W$ ;

$A$  kwotę umorzenia w procentach wartości  $W$ , t. zn. kwotę, którą rocznie trzeba odkładać, aby po  $D$  latach, bez procentów składowanych, otrzymać wartość  $W$ .

Zmniejszenie wartości  $E$  budowli w markach, po  $Z$  latach, będzie:

$$E = W \frac{Z}{D} \frac{Z + D}{2D}$$

Poniższe koszty budowy obliczono na zasadzie cen podstawowych: 25 do 30 mar. za 1000 cegły i 35 do 40 mar. za  $m^3$  budulca.

### a. Budowle niepalne z cegły lub kamienia łomowego.

1. Proste domy mieszkalne, o średniej wysokości piętr 3,5 m, na wsi lub w miasteczkach; oficyny na piwnicach w większych miastach; wykończenie wewnętrzne skromne.	przyziomowe	$W_f$ 70—100	$W_v = 10—14$ $D = 100—200$ $U = 0,80—1,20$ $A = 0,5—1,0$
	1-piętrowe	105—150	
	2- " "	140—200	
	3- " "	165—240	
	4- " "	195—290	

2. Miejskie domy mieszkalne w lepszym wykonaniu i wille, o wysokości niższych pięter około 4 m, pod strzechą łupkową, w dobrym wykończeniu wewnętrznym.	przyziomowe	110—150	$W_f$ $W_v = 15,5—20$ $D = 100—200$ $U = 0,75$ $A = 0,5—1,0$
	I-piętrowe	165—230	
	2- „	215—295	
	3- „	270—355	
	4- „	315—420	
3. Pańskie domy mieszkalne w mieście i wille, o wysokości niższych pięter 4,3 do 4,4 m, w doskonałym wykończeniu, wielkie szyby, okucia mosiężne, piece ozdobne, posadzka parkietowa w lepszych pokojach.	przyziomowe	180—215	$W_f$ $W_v = 20—26$ $D = 150—200$ $U = 0,5$ $A = 0,5—0,66$
	I-piętrowe	260—315	
	2- „	335—415	
	3- „	410—485	
4. Monumentalnie budowane domy mieszkalne, miejskie, z przedliczem z ciosów i o wewnętrznym wykończeniu wyszukanej dobroci.	przyziomowe	250—380	$W_f$ $W_v = 28—40$ $D = 200—400$ $U = 0,35—0,50$ $A = 0,25—0,40$
	I-piętrowe	380—580	
	2- „	500—750	

Jeżeli nadbudowano mieszkania mansardowe, to wartości  $W_f$  podług danych powyższych należy zwiększyć jeszcze o 10 do 15 marek.

5. Kościoły wiejskie i kaplice, na 400 do 700 osób, z małą wieżyczką, kruchtą (babińcem) i absydą, sklepienie, o skromnym wykończeniu:  $W_f = 120$  do 150;  $W_v = 12$  do 15;  $D = 150$ ;  $U = 0,75$ ;  $A = 0,66$ . [Dla kościołów protestanckich liczą koszt jednego miejsca dla siedzącego na 80 do 150 marek].

6. Kościoły miejskie, na 800 do 1500 osób, zupełnie zasklepienie, w dobrym wykończeniu, lecz o skromnym zdobnictwie zewnętrznym i wewnętrznym,  $W_f = 275$  do 450;  $W_v$  (nawy) = 17,5 do 22,5;  $W_v$  (wieży) = 30 do 50;  $U = 0,25$ . [Dla protestanckich kościołów liczą po 250 do 400 marek na siedzeniu].

7. Teatryki na 1000 do 1500 widzów, na komedye i operetki, w prostym wykończeniu:  $W_f = 325$  do 450;  $W_v = 15$  do 20;  $U = 1,0$ ; koszt budowy na jednego widza: 375 do 475 marek.

8. Wielkie teatry na 1500 do 2000 widzów, na dramaty i opery, w dobrym wykończeniu;  $W_f = 400$  do 550;  $W_v = 18$  do 24; koszt budowy na jednego widza: 600 do 800 marek.

9a. Spichrze oddzielnie stojące, o nośności stropów 1250 do 1500 kg/m<sup>2</sup>, wysokość pięter około 3,0 m, z dźwigarami drewnianymi na takichże słupach (siostrzeńcach):

$$D = 100, \quad U = 0,75, \quad A = 1,0.$$

Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom i strych: . . . . .	$W_f = 28,$	$W_v = 9;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 2,5,$	$W_v = 0,8;$
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 24,$	$W_v = 8,5;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 3,0,$	$W_v = 0,8;$
Strych: (podług obliczonej objętości)	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$

9b. **Spichrze** jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:

$$D = 150 \text{ do } 200; \quad U = 0,5; \quad A = 0,5 \text{ do } 0,66.$$

Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom i strych: . . . . .	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 3,0,$	$W_v = 1,0;$
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 5,0,$	$W_v = 1,5;$
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$

10a. Budynki fabryczne, oddzielnie stojące, o nośności stropów 500 do 1000 kg/m<sup>2</sup>, o wysokości pięter 3,5 do 3,8 m, z dźwigarami drewnianymi i takimiż słupami:

$$D = 80; \quad U = 1,0; \quad A = 1,25.$$

Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom i strych: . . . . .	$W_f = 27,$	$W_v = 9;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,5,$	$W_v = 0,5;$
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 30,$	$W_v = 8,0;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,8,$	$W_v = 0,5;$
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$

10b. Budynki fabryczne, jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:

$$D = 100; \quad U = 1,5; \quad A = 1,0.$$

Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom i strych . . . . .	$W_f = 28,$	$W_v = 9;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,45,$	$W_v = 0,5;$
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,85,$	$W_v = 0,5;$
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$

	$W_f$	$W_v$	$D$	$U$	$A$
11a. <b>Budynki fabryczne</b> , z oświetleniem przez strzechę wielokrotną, przyziomowe; ściany zewnętrzne murywane, bez piwnic; jedna przestrzenna wyrobnia bez ścian przedziałowych; więźba strzechy drewniana, na słupach żeliwnych:	35	4,75	100	0,60	1,0

	$W_f$	$W_v$	$D$	$U$	$A$
wieżba strzechy żelazna . . . . .	40—45	6—7	150	0,30	0,67
11 b. <b>Kominy fabryczne</b> , niezdobione: . . . . .	—	20—25	100—150	0,10	1—0,5
skromnie zdobione: . . . . .	—	25—30	100—150	0,10	1—0,5
12. <b>Szopy (schownie)</b> , jeden front otwarty, pokrycie smółcowe: . . . . .	22	3,3	100	0,75	1,0
zamknięte, zresztą jak wyżej: . . . . .	35	4,5	100	0,75	1,0
13. <b>Browary, gorzelnie</b> , po części sklepione, na piwnicach, przyziomowe: . . . . .	50—55	} 6,3—6,8	80	0,75	1,25
1-piętrowe: . . . . .	70—80				
14. <b>Zwykłe mosty murywane i sklepione</b> , mierzone na powierzchni: . . . . .	70—80	—	100	1,25	1,0

#### b. Budowle drewniane i w rozwoy, z drzewa iglastego.

1. <b>Domy mieszkalne</b> , przyziomowe: . . . . .	70—215	10—26	100	1,25—1,6	1,0
1-piętrowe: . . . . .	105—315	10—26	100	1,25—1,6	1,0
2. <b>Wyrobnie (warsztaty) i zwykłe budynki na silnice</b> , . . . . .	40—65	} 8—14	70	1,5	1,43
przyziomowe: . . . . .	60—100				
1-piętrowe: . . . . .	60—100	} 6—8	80	1,0	1,25
2-piętrowe: . . . . .	70—100				
3-piętrowe: . . . . .	90—120				
3. <b>Spichrze i składy</b> , 1-piętrowe: . . . . .	55—65	} 6—8	80	1,0	1,25
2-piętrowe: . . . . .	70—100				
3-piętrowe: . . . . .	90—120				
4. <b>Małe mosty drewniane</b> : . . . . .	20—30	—	15—25	1,5—3,5	6,6—4,0

**Uwaga:** W Warszawie 1 m<sup>3</sup> przestrzeni obudowanej, obliczony podług rozmiarów zewnętrznych i wysokości od chodnika do wierzchu zymsu głównego, przy obecnych cenach materiałów budowlanych (1902), szacują:

w mieszkalnych domach frontowych, trzypiętrowych

w dobrem wykończeniu na: . . . . .  $W_f = 8$  rubli;

w oficynach i t. p. na: . . . . .  $W_f =$  od 5 rub