

KORESPONDENCYJNY KURS BUDOWNICTWA I.

---

ROBOTY CIESIELSKIE

---

POLSKA Y.M.C.A. WE FRANCJI



## W y k ł a d I.

DRZEWODrzewo w ogólności i drzewo jako konstrukcja.

Charakterystykę drzewa jako materiału budowlanego znaleźliśmy w poprzednim rozdziale p.t. "Materiały budowlane". Tutaj zajmiemy się omówieniem niektórych własności drzewa, jako materiału budowlanego oraz jego zastosowania.

Jako materiał budowlany drzewo jest najbardziej wytrzymałe ze wszystkich roślin znajdujących się na kuli ziemskiej. Największa jego wytrzymałość występuje wzdłuż słoi /włókien/.

Dzięki swej budowie oraz łatwości obróbki znajduje drzewo bardzo szerokie zastosowanie w życiu gospodarczym.

W budownictwie jest drzewo powszechnie używane do różnych konstrukcji przy budowie domów, mostów, wnętrz i t.d. W budownictwie wiejskim służy do budowy całych domów a nawet fundamentów /pale drewniane./.

Jednak nie wszystkie gatunki drzew są odpowiednie do budowy, zależy to od ich wytrzymałości oraz gatunku. Naogół biorąc, im szlachetniejsze gatunki, tym wytrzymałość ich jest większa, ale i koszt wyższy. Dlatego też szlachetne gatunki drzew nie używamy do konstrukcji zasadniczych, stosując je raczej do dekoracji i budowy wnętrza budynku. Na konstrukcję zasadniczą używamy drzewa dostatecznie wytrzymałego jednak gatunku pospolitego.

Zasadniczo, pod względem budowlanym dzielimy drzewo na dwa gatunki: drzewo twarde i drzewo miękkie. Określenie pierwsze dotyczy drzew, których budowa komórek jest zwięzła, a włókno silne. Do takich gatunków drzew twardych zaliczamy: dąb, buk, wiąz, jesion; klon.

Drugie określenie dotyczy drzew o tkance bardziej lekkiej i najczęściej koloru białego; do takich zaliczamy: sosnę, jodłę, świerk, lipę; kasztan; topolę. Z wyjątkiem sosny, którą używamy do konstrukcji zasadniczej, pozostałe gatunki drzew używa się raczej do konstrukcji pomocniczych jak: rusztowania, pomosty, szalowania i t.p.

W ogólności biorąc, do budowy trwałej należy używać drzew twardych i nie psujących się pod działaniem wilgoci, /np. dąb czarny, -dąb zwykły pozostawiony pewien czas w wodzie, jest dużo twardszy od zwykłego, . W dalszym ciągu będziemy omawiać charakterystyczne cechy poszczególnych gatunków i wskazywać zastosowanie danego drzewa do tych lub innych rodzajów konstrukcji.

Znajomość gatunków drzew jest niedozwoloną dla budowniczego lub fachowca, który powinien się kierować przy jego wyborze gatunkiem drzewa i rodzajem konstrukcji do jakiej mu ono ma służyć.

Dąb.

Rozróżniamy liczne odmiany dębu. Dają się one podzielić na dwie zasadnicze grupy. Do pierwszej odmiany będziemy zaliczać te dęby, które posiadają żołędzie o kształcie wydłużonym, duże liście, kora ich jest gładka, koloru szarawego, samo drzewo w przekroju posiada kolor biało-żółtawy i bez nadmiaru bieli. Jest ono ścisłe, elastyczne, łatwe do łupania /łupliwe/ i daje się dobrze obrabiać.

Druga odmiana dębu ma ulistwienie drobne, korę popękaną, drzewo w przekroju o kolorze ciemnym. Ta odmiana dębu jest bardzo twarda, rzadko bywa prosta, włókna są zazwyczaj zawile i prawie zawsze poprzerzynane węzłami, które uniemożliwiają obróbkę. Waga własna tej odmiany jest daleko większa od pierwszej. Odmianę tę można używać do budowy tych części budynku, które są wystawione na zmiany temperatury lub też może ona służyć na fundamenty budynków.

Widzimy więc, że dąb dzięki swym właściwościom może mieć zastosowanie do licznych robót. Jest to drzewo, które najbardziej odpowiada warunkom materiału konstrukcyjnego i może być używane do wszelkich robót. Należy jeszcze dodać, że dzięki drobnym porom oraz dużej ścisłości staje się prawie niewsiąkliwe, a co zatem idzie, mało przepuszcza wodę /beczki dębowe/. Odwrotnie, zanurzone w wodzie nabiera olbrzymiej twardości, stając się materiałem niezniszczalnym. Należy jednak pamiętać, aby zanurzenie było całkowite, to znaczy, żeby nie zachodziła okoliczność, któraby zezwalała na czasowe zanurzenie pod wodą, a następnie wynurzenie, wyschnięcie i zanurzenie na nowo. Wówczas nie tylko dąb, ale wszystkie gatunki drzew butwieją, murszeją i gniją. W podobnych wypadkach należy drzewo impregnować po uprzednim kładnym wysuszeniu. Główną przeszkodą szerokiego stosowania dębiny w budownictwie jest jego wysoka cena rynkowa.

Sosna.

Budowa włókien sosny jest mniej ścisła i mniej jednolita niż włókien dębu. Ogólnie biorąc, sosna jest materiałem giętkim i łatwo łupliwym. Rozróżniamy dwa rodzaje sosny: białą i czerwoną. Sosna czerwona jest lepsza, jako bardziej odporna na robaki drzewne, podczas; gdy w białej sośnie robactwo gnieździ się z dużą łatwością.

Jakkolwiek dużo słabsza od dębu, ma sosna poważne zastosowanie w budownictwie. Używa się jej na "wiązania dachowe", belki, stropy i t.d.

Deski sosnowe używa się bardzo często jako "podłogę sosnową". Jest to podłoga znacznie tańsza od "klepki" podłogowej dębowej. Oczywiście jest to materiał słabszy od dębowego. Jeżeli deski sosnowe mają być wybierane i bezszęczne, wówczas koszt ich niewiele jest mniejszy od klepki dębowej zwykłej. Oszczędność jest zatem znikoma, a jeśli będziemy chcieli wybrać sosnę bezszęczną, wówczas różnica w kosztach będzie zupełnie minimalna, a często, w zależności od koniunktury, może być droższa. W pewnych jednak wypadkach, chcąc otrzymać podłogę bardziej elastyczną, używamy sosny, nie zwracając uwagi na jej cenę.

Modrzew.

Modrzew, tak jak sosna, jest drzewem żywicznym; drzewo jego jest prawie białe, ale ma skłonność do czernienia na przestrzeni pewnego czasu, wówczas gdy jest wystawione na działanie atmosferyczne. Dawniej używano je pospolicie do konstrukcji, głównie na belki silnie obciążone. Obecnie drzewo to jest dość rzadkim gatunkiem i nie ma dużego zastosowania.

Wskutek działania promieni słonecznych żywica, wydostając się z por drzewa na jego powierzchnię i twardniejąc, czyni go bardzo odpornym na działanie wody. Drzewo to jest bardzo trwałe. Do naszych czasów zachowały się, na Pomorzu i na południowych krańcach Rzeczypospolitej, kościołki z X-go i XI-go wieku, które mają stropy, a nawet i ściany z modrzewia.

Buk.

Drzewo bukowe jest bardzo ściśle, twarde, lecz często ulega zbutwieniu i łatwo toczone jest przez robaki. Można je od tego zabezpieczyć przez zanurzenie na jakiś czas w wodzie bieżącej, celem wypłukania soków roślinnych. Buk dobrze wysuszony staje się tak samo łupliwym jak i dąb.

Olszyna.

Drzewo olszyny /olchowe/ jest zwężłe i ściśle, obrabia się dobrze i doskonale konserwuje się w wodzie, gdzie nabiera twardości. Jest świetne na pale i podobne konstrukcje.

Lipa.

Drzewo lipy jest bardzo jednolite, jest jednocześnie bardzo lekkie, miękkie i łatwo się obrabia. Czasem używa się je na podłogi w miejsce sosny, gdyż jest mniej zapalne; głównie jednak jest używane na wyroby takie jak: rysownice, meble, naczynia i t.p.

Kasztan.

Jako budulec prawie się nie używa, mimo, że drzewo jego jest twarde i zwężłe. Kasztan, gdy się zastarzeje, staje się kruchym i łupliwym. Podlega on próchnieniu wewnętrznemu i nawet najbardziej wprawne oko nie może odróżnić czy drzewo to jest zdrowe lub czy spróchniałe.

Wiąz.

Drzewo wiązu jest zwarte, ściśle i powiązane, bardzo trudne w obróbce, bardzo się krępi i nie nadaje się do robót ciesielskich.

Klon.

Klon przypomina swoją budową buk, lecz jest bardziej mocny i twardszy. W budownictwie nie jest używany jako konstrukcja, natomiast czasem stosuje się go do wyrobu mebli.

Braki i wady drzewa.

Braki i wady wewnętrzne drzewa bardzo często sprawiają, że drzewo jest nie zdatne do budowy. Wady te mogą być rozpoznane za pomocą sondowania siekierą, dłutem lub świdrem w części podejrzanej o wadę.

Braki najczęściej spotykane i najłatwiejsze do zaobserwowania są: narośla /raki/, blizny, wypływy żywiczne, brózdy. O wadach wewnętrznych nie mówimy, gdyż mogą one być rozpoznane po ścięciu drzewa, a jako takie są omówione w dziale "Materiały budowlane".

CIEŻAR GATUNKOWY DRZEWA.

Przez ciężar gatunkowy drzewa będziemy rozumieć wagę danego kawałka drzewa o oznaczonej objętości, jak np. decymetr<sup>3</sup>, lub metr sześcienny. Im dane drzewo jest bardziej ciężkie, tym jego ciężar gatunkowy jest wyższy.

Za jednostkę miary przyjęto jeden litr wody dystylowanej, której waga wynosi 1 kilogram.

Jeżeli więc mówimy, że np. ciężar gatunkowy topoli włoskiej wynosi 0,378 to znaczy, że drzewo to waży trzysta siedemdziesiąt osiem tysięcznych części objętości wody dystylowanej, lub, że waga jednego decymetra sześciennego wynosi 378 gramów, albo, że jeden metr sześcienny waży 378 kilogramów.

Ta znajomość ciężaru gatunkowego jest potrzebna przy budowlach, gdyż wchodzi ona jako czynnik, wpływający na zmianę wagi i obciążeń występujących w budynkach. Ciężar drzewa zmienia się znacznie nie tylko w zależności od danego gatunku lecz i od terenu, stron świata, wpływów atmosferycznych w jakich drzewo to rosło, wieku w jakim zostało ścięte i t.p.

Jednak w praktyce można się kierować następującymi danymi:

- 1/ Wytrzymałość drzewa jest proporcjonalna do ciężaru gatunkowego. Próbki porównawcze muszą być brane o tych samych wymiarach i albo z pnia albo z wierzchołków drzewa.
- 2/ Drzewo, którego ciężar gatunkowy jest większy, jest mocniejsze.
- 3/ W drzewie, które nie osiągnęło swojego maksimum wzrostu, środek jest bardziej twardy niż części na obwodzie.
- 4/ W drzewie, które osiągnęło swój pełny wzrost, twardość w środku jest równa twardości na obwodzie.
- 5/ Im więcej słoje drzewa są zwarte, tym drzewo jest mocniejsze i posiada większy ciężar gatunkowy i więcej waży.
- 6/ Część drzewa wystawiona na stronę północną jest słabsza od reszty.

Tablica poniższa podaje ciężary gatunkowe kilku rodzajów drzewa i wagę jednego metra sześciennego. Ciężar wody o tej samej objętości przyjęty jest za jednostkę.

Nazwa drzewa	Ciężar gat.	Waga 1 m <sup>3</sup> w kg.
Olszyna	0,800	800
Kasztan	0,685	685
Dąb	0,993	993
Srodek dębu	1,170	1170
Buk	0,852	852
Modrzew	0,543	543
Orzech	0,670	670
Wiąz	0,800	800
Lipa	0,529	529
Sosna	0,730	730
Jodła	0,660	660

Waga jednego metra sześciennego, wskazana w powyższej tablicy, odnosi się do drzewa przy pełnej objętości, to znaczy, że nie posiada ono pustek między poszczególnymi kawałkami drzewa. Najlepiej jest więc obliczyć objętość danego kawałka drzewa, a później go zważyć i stąd możemy uzyskać drogą rachunku szukany ciężar gatunkowy.

Można również określić ciężar drzewa bez ważenia go, znając jego gatunek. Jeśli np. mamy belkę dębową 5 m długą, o przekroju 25 x 20 cm, objętość jej wynosi:

$$0,25 \times 0,20 \times 5,00 = 0,25 \text{ m}^3 \text{ albo } 250 \text{ dcm.}$$

Waga więc tej belki będzie następująca: w tablicy mamy, że dąb waży 1.170 kg/m<sup>3</sup>, a więc

$$1,170 \times 0,25 = 292,5 \text{ kg waży nasza belka dębowa.}$$

W tenże sposób /przy pomocy tej tablicy/ możemy określić wagę każdego drzewa, znając jego objętość.

Dalsze cechy i szczegóły drzewa zarówno pod względem wad i braków, jak i dobroci, zostały omówione w dziale "Materiały Budowlane".

#### Palność drzewa i sposoby przeciwstawienia się temu.

Trwałość budowli lub konstrukcji drewnianej zależy nie tylko od dobroci i wytrzymałości gatunku drzewa, ale zależy również od uodpornienia go na ogień.

Mimo, że jest wiadomym, że nie należy wpuszczać belek stropowych w przewody kominowe, to jednak najczęstsze powody pożarów drewnianych konstrukcji wpływają właśnie z takich wypadków. Stworzono cały szereg różnych pomocniczych i zastępczych konstrukcji, celem uniknięcia pożarów budowli drewnianych, jednak nie dały one rezultatów zadawalających. W ostatnich czasach zaczęto usilnie myśleć nad wynalezieniem takiej impregnacji drzewa, aby je uczynić niepalnym, albo doprowadzić co najmniej do stanu słabiej reagującego na ogień.

W tym celu napuszcza się drzewo roztworami soli zmieszanych z alunami siarczanu /aluminium i żelaza/. Można również używać związku soli potasowych i sodowych, albo chlorków sodu i potasu. Ten ostatni znany jest pod nazwą soli kuchennej.

Ze wszystkich jednak środków znanych, które mogą spowodować co najwyżej opóźnienie zapłonu drzewa, wydaje się najlepszy ten, który polega na impregnacji drzewa kwasem siarkowym mieszanym z kwasem moczowym. Tego rodzaju zaimpregnowanie drzewa zabezpiecza je od zapalenia w dość silnym stopniu. Drzewo takie, poddane dłuższemu działaniu ognia, nie zapala się lecz zwęglą w stopniu powolnym, nie dając płomieni.

W celu dobrego uodpornienia drzewa przeciw zapaleniu, należy go zanurzyć w opisanej cieczy conajmniej przez dwa tygodnie. Można przyspieszyć ten okres, używając specjalnych przyrządów, wprowadzających tę ciecz do włókien drzewa pod ciśnieniem. Srodek ten jest jednak dość kosztowny, ale stosunkowo najpewniejszy.

Musimy sobie zdać sprawę, że mimo długich poszukiwań nie udało się uodpornić drzewa przeciwko ogniovi, ale osiągnięto znaczne wyniki przy opóźnieniu zapłonu drzewa przez spowodowanie powolnego zwęglania w miejsce palenia płomieniem, co można uważać za duży sukces w tym względzie.

Celem opóźnienia zapłonu drzewa stosuje się jeszcze cały szereg innych sposobów mniej lub więcej dobrych, mniej lub więcej kosztownych. Stwierdzono, że drzewa heblowane później się zapala od drzewa tartego /piłowanego/. Drzewo pomalowane mlekiem cementowym również opóźnia znacznie swój zapłon. Srodki te /heblowanie i cement/ są jednak zbyt kosztownymi. Proszę sobie wyobrazić wiązania dachowe wraz z szalowaniem, wykonane z drzewa heblowanego? Koszt takiego wiązania podnosi się dwukrotnie a nawet więcej. Również malowanie mlekiem cementowym jest stosunkowo drogie, a co najgorsze musi być odnawiane, gdyż po upływie pewnego czasu mleko cementowe łuszczy się i odpada. Napuszczanie więc solą jest stosunkowo najtańszym środkiem, chociaż ma również swoje wady. Drzewo nasycone solami musi być chronione od wilgoci i opadów atmosferycznych, gdyż te ostatnie rozpuszczają sole, wypłukując je z drzewa.

Najgłówniejszą może zaletą drzewa impregnowanego przeciw zapaleniu jest ta, że opóźnia ona zapłon drzewa, to znaczy, że drzewo jako takie zapala się znacznie później niż drzewo nie impregnowane solami lub innymi związkami.

Praktycznie ma to duże znaczenie, gdyż źródło ognia, nie znajdując na swej drodze materiału łatwo palnego - wygasa. Jeśli natomiast wrzucimy do ognia dwa kawałki drzewa, jeden impregnowany, a drugi zwykły, i źródło ognia będzie stałe, wówczas zauważymy, że drzewo nieimpregnowane natychmiast obejmie się płomieniem, a drzewo impregnowane dopiero po upływie kilku sekund. Czas spalania się jednego i drugiego kawałka drzewa będzie prawie identyczny, natomiast sam moment zapalenia, jak już wspominaliśmy, będzie różny.

W naszym doświadczeniu różnica ta jest znikoma i nie grająca zasadniczej roli. Natomiast w praktyce, gdzie pożar wybucha od drobnej iskierki i rozprzestrzenia się w miarę znajdowania na swej drodze odpowiedniego materiału, opóźnienie zapłonu daje olbrzymie usługi, umożliwiając często stłumienie ognia w zarodku. Opóźnienie zapłonu - oto rezultat impregnacji i uodpornienia drzewa na ogień.



### WYTRZYMAŁOŚĆ DRZEWA

Stopień wytrzymałości drzewa, jak i wszystkich innych materiałów, zależy od sposobu i rodzaju działających sił. Rozróżniamy trzy rodzaje działania tych sił, a mianowicie:

- 1/ Gdy siła stara się wydłużyć dany kawałek drzewa w kierunku jego długości. Opór jaki stawia drzewo nazywamy wytrzymałością na r o z c i ą g a n i e .
- 2/ Gdy siła stara się złamać kawałek drzewa w kierunku poprzecznym do jego długości, wówczas taki opór stawiany przez drzewo nazywamy wytrzymałością na ś c i n a n i e .
- 3/ Gdy siła stara się skurczyć dany kawałek drzewa w kierunku długości jego włókien, wówczas opór stawiany przez drzewo nazywamy wytrzymałością na ś c i s k a n i e .

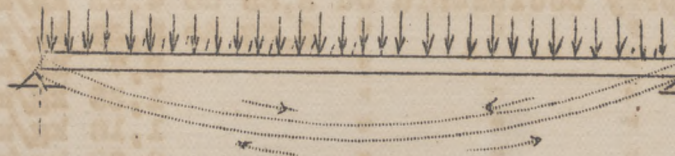
Znając trzy zasadnicze elementy wytrzymałości, zrozumiałym będzie dla nas określenie, że dana belka drewniana pracuje na ściskanie, albo na rozciąganie, lub wreszcie na ścinanie, w zależności od rodzaju sił, jakie na nią działają.

Zjawiska występujące w materiale przeciwstawiające się działaniu tych sił nazywamy n a p r ę ż e n i a m i . Tak więc mamy: naprężenia rozciągające, ścinające i ściskające, a rodzaj ich zależy od rodzaju działających sił.

Należy rozróżniać zjawisko siły jako takiej i zjawisko naprężenia, gdyż obie te rzeczy są różne. Naprężenie jest to rodzaj siły wewnętrznej, występującej w materiale, pod działaniem sił zewnętrznych jak ciężar, obciążenie i t.p.

Wszystkie materiały, a również i drzewo, mogą podlegać siłom rozciągającym, ściskającym i ścinającym, jeśli nie przekraczają dopuszczalnych naprężeń, to znaczy, że działające siły nie wywołują naprężeń większych, niż może znieść dany materiał - w tym wypadku drzewo.

Naprężeniem dopuszczalnym będziemy nazywać takie naprężenia, pod wpływem których drzewo nie traci swoich własności fizycznych, a po odjęciu działających nań sił wróci do stanu pierwotnego. Jeśli na przykład weźmiemy belkę /Rys. Nr. 1/ i obciążymy ją jakimś ciężarem /strzałki wyobrażają ciężar/, wówczas pod jego wpływem belka



Rys. I

nam się ugnie, ale nie złamie. Powiadamy wówczas, że w belce występują naprężenia. Z rysunku widać, że dolne włókna belki będą rozciągane, a górne ściskane; siły wewnętrzne występujące w belce pod tego rodzaju obciążeniem będą właśnie tymi

naprężeniami ściskającymi lub rozciągającymi.

Jeśli taką belkę przeciążymy ale nie złamiemy, wówczas ona nie powróci do stanu pierwotnego, zachowując pewien kształt wygięty na stałe. Zjawisko to nazywamy odkształceniem stałym, a wystąpiło ono na skutek przekroczenia naprężeń dopuszczalnych.



Praktycznie dla drzewa przyjęto granicę obciążenia /dopuszczalnych naprężeń/:

od 30 do 40 kg/cm<sup>2</sup> na ściskanie,  
od 80 do 100 kg/cm<sup>2</sup> na rozciąganie,

przez co rozumiemy, że dolna granica na ściskanie i na rozciąganie odnosi się dla drzewa o małych ciężarach gatunkowych, a górna o dużych ciężarach gatunkowych. Innymi słowy, biorąc pod uwagę dwa gatunki drzewa pospolicie spotykane w budownictwie, a mianowicie sosnę i dąb, powiadamy, że sosnę możemy obciążyć na rozciąganie siłą 80 kg/cm<sup>2</sup>, a 30 kg/cm<sup>2</sup> na ściskanie, wówczas, gdy dla dębiny możemy dopuścić 100 kg/cm<sup>2</sup> na rozciąganie i 40 kg/cm<sup>2</sup> na ściskanie.

Obciążenia te odnoszą się do słupów i belek w konstrukcjach na powierzchni ziemi. Dla słupów używanych jako pali /patrz roboty murarskie i żelbet/, możemy dopuścić obciążenie znacznie wyższe na ściskanie, bo od 80 do 100 kg/mm<sup>2</sup>, gdyż w omawianym wypadku ziemia przychodzi nam z pomocą, przytrzymując słupy po bokach.

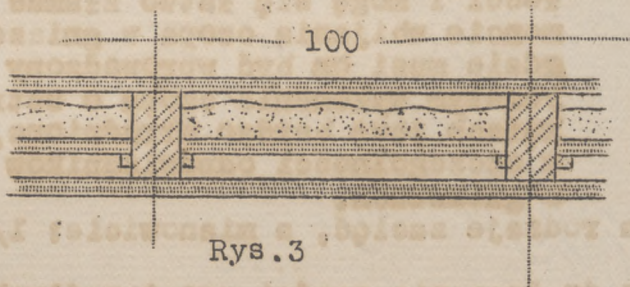
Wspomniane zasady określają nam, w sposób pobieżny, jak reaguje drzewo, jako materiał konstrukcyjny, pod wpływem różnych sił, wynikających z obciążeń własnych i użytkowych.

Dla przypomnienia podajemy, że pod "obciążenie własne" jakiejś konstrukcji rozumiemy wagę tej konstrukcji, a pod "obciążenie użytkowe" - ciężar, jaki dana konstrukcja może znieść, nie przekraczając naprężeń dopuszczalnych. Jeśli np. weźmiemy pod uwagę jakiś strop drewniany /Rys. Nr. 3/ i powiemy, że jego ciężar własny wynosi 125 kg/m<sup>2</sup>, a użytkowy 150 kg/m<sup>2</sup>, to znaczy, że waga jednego metra kwadratowego stropu wynosi 125 kg, i że może on udźwignąć na tym metrze 150 kg.

Natomiast, jeśli powiemy, że ciężar całkowity stropu wynosi 275 kg/m<sup>2</sup>, to znaczy, że dany strop dźwiga ciężar własny i ciężar użytkowy.

Znając więc zasady i rodzaje sił działających na naszą konstrukcję, będziemy mogli tak dobierać poszczególne elementy budowli, aby pracowały one w warunkach jak najbardziej korzystnych.

Znajomość działania sił i powstawania reakcji /naprężeń/ w materiale ułatwi nam wybór odpowiedniej konstrukcji lub właściwe stworzenie nowej. Znajomość ta będzie nam bardzo pomocną przy wykonywaniu połączeń drzewa.



Rys. 3

-----hOm-----

Koniec wykładu I.

1 grudzień 1945 r.

## W y k ł a d II.

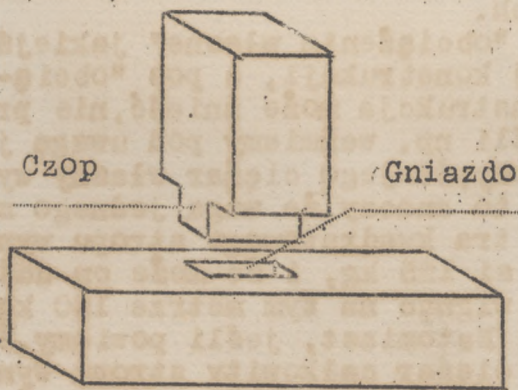
## WYKONANIE I WYTRZYMAŁOŚĆ POŁĄCZEN DRZEWA.

Połączeniem drzewa będziemy nazywać takie zestawienie z sobą dwóch lub kilku kawałków drzewa w taką formę, któraby tworzyła całość konstrukcyjną, której poszczególne części możliwie najmniej mogłyby się rozłączać pod wpływem działających sił.

Celem uzyskania takiego połączenia "zacinamy" poszczególne kawałki drzewa, umożliwiając przenikanie jednych w drugie. Zacięcia te robimy licznymi sposobami, różniącymi się między sobą. Ogólnie biorąc, najczęściej połączenia wykonuje się za pomocą "czopa" i "gniazda", których forma i kształt /Rys.Nr.4/ zmieniają się w zależności od pozycji "połączenia" /złącza/ oraz od sił, jakie powinno to połączenie znieść.

Czopem będziemy nazywać zakończenie w jednej części drzewa, którego przekrój jest zmniejszony, a gniazdem - dziurę w drugiej części drzewa, w którą wprowadzamy czop. Gniazdo musi mieć dokładną formę, odpowiadającą formie czopa.

Ogólnie biorąc, przy ustalaniu formy zacięcia, należy unikać ostrych kątów, ponieważ są one niepraktyczne, nie przedstawiają dużej wytrzymałości i mogą się łatwo złamać w momencie wbijania czopa w gniazdo, gdzie musi on być wprowadzony siłą. Ponadto wykonanie czopa o ostrych kątach jest bardzo utrudnione, a w szczególności odpowiedników jego w gniazdach.



Rys.Nr.4

Rozróżniamy zasadniczo dwa rodzaje zacięć, a mianowicie: 1/ prostokątne i 2/ skośne.

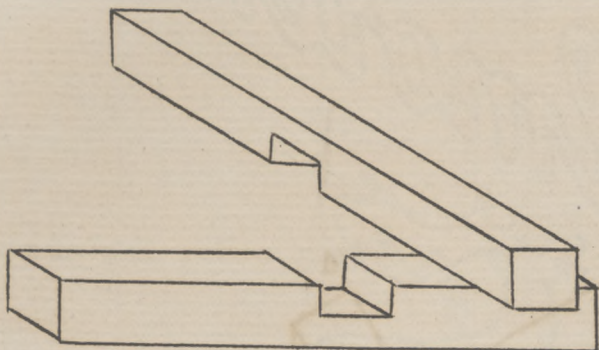
Zacięcia prostokątne służą do łączenia części prostokątnych w stosunku do siebie lub równoległych, natomiast zacięcia kliniaste służą do połączenia jednostek zbiegających się skośnie. Proporcja utrzymana w zacięciach jest albo  $1/3$ , albo  $1/2$  wysokości przekroju łączonych części. Przekroje części łączonych zazwyczaj są te same. Łączenie części o różnych przekrojach również spotykamy, wówczas część o mniejszym przekroju dyktuje o rozmiarach czopu i gniazda, jakie mają być zastosowane. W tym wypadku również kierujemy się proporcją  $1/3$  i  $1/2$  wysokości, ale mniejszego przekroju.

Poniżej omówimy charakterystyczne połączenia, podając jednocześnie ich nazwy i zastosowanie. W potocznym języku technicznym zamiast określenia "połączenie", używamy określenia "zacięcie".

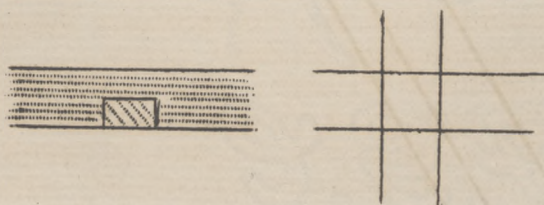
Połączenie na pół-drzewa.

Jest to jedno z najbardziej prostych połączeń /zacięć/ i służy do złączenia prostokątnie lub skośnie dwóch części drzewa.

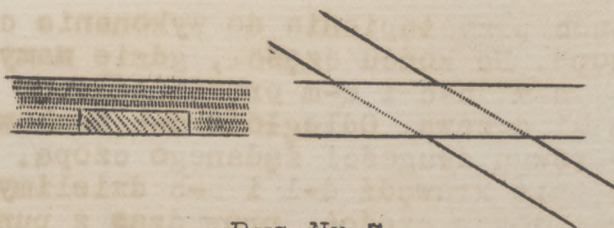
Rys.Nr.5 wyobraża nam otwarte zacięcie dwóch kawałków drzewa pod kątem prostym, a Rys.Nr.6 wyobraża nam plan i przekroje tych zacięć.



Rys.Nr.5



Rys.Nr.6



Rys.Nr.7

Nazwa tego połączenia pochodzi stąd, że jedną i drugą część drzewa zacinamy do połowy wysokości przekroju tak, że w momencie złączenia tworzą jedną wysokość /grubość/. Zacięcie to mocujemy za pomocą kołków lub śrub metalowych. Należy nadmienić, że zacięcia, które łączymy dodatkowo kołkami lub śrubami będziemy nazywać wprost zacięciem lub połączeniem nakładkowym, natomiast taki rodzaj zacięcia, który nie wymaga dodatkowego z mocowania kołkami lub śrubami będziemy nazywać "połączeniem na zamek" albo wprost "zamkiem".

Rysunek Nr.7 przedstawia zacięcie pod kątem ostrym.

#### Połączenie na czop.

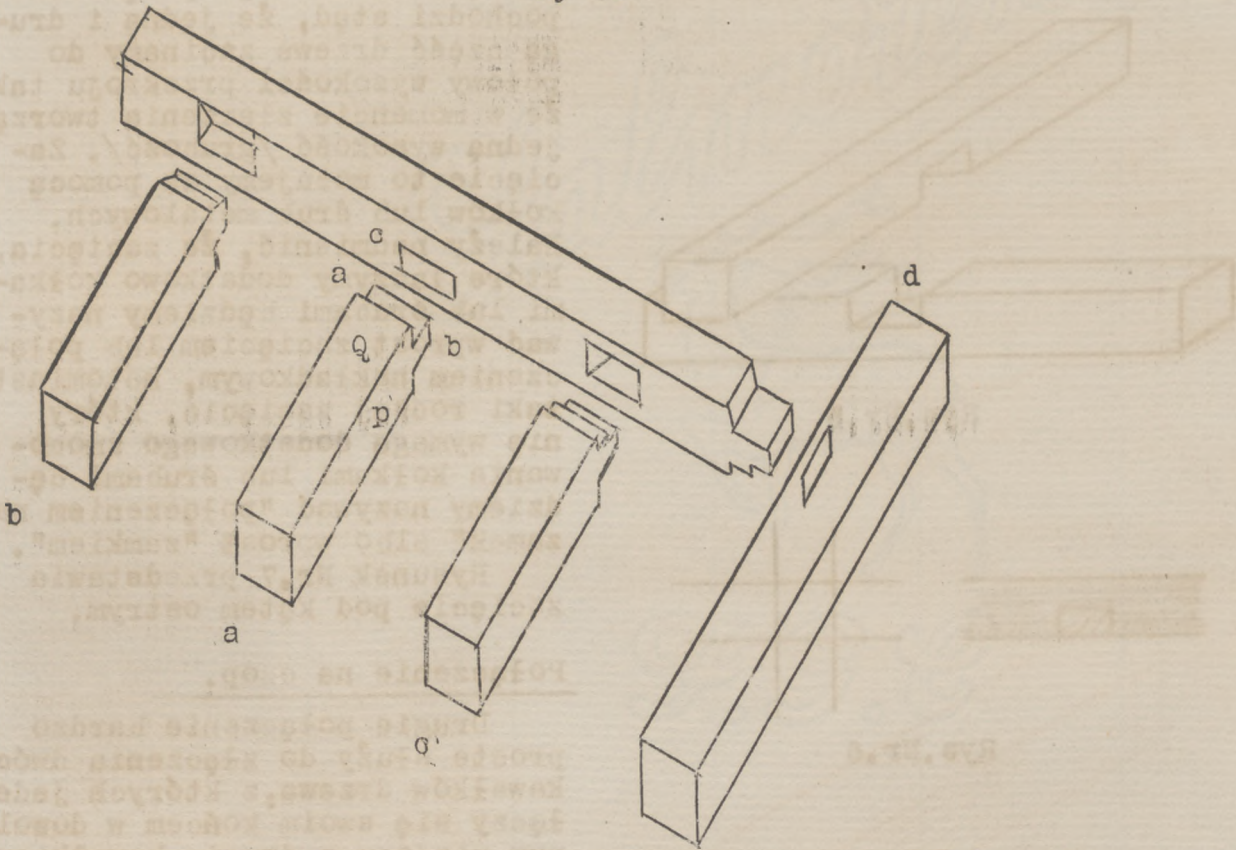
Drugie połączenie bardzo proste służy do złączenia dwóch kawałków drzewa, z których jeden łączy się swoim końcem w dowolnym miejscu z drugim kawałkiem drzewa. Połączenie to również możemy nazwać połączeniem prostokątnym /prostokątnym/.

Składa się ono z czopa /a b/ prostokątnego i gniazda /c d/, którego forma jest ściśle dopasowana do czopa, aby ten ostatni całkowicie wypełniał gniazdo, nie pozostawiając żadnych luk. Grubość czopa powinna być równa  $\frac{1}{3}$  grubości drzewa w tej części, w której został wykonany. Głębokość gniazda powinna być równa długości czopa; zazwyczaj głębokość ta równa się  $\frac{2}{3}$  grubości drzewa, a w szczególności gdy gniazdo nasadzone jest na czop w pozycji stojącej. Boki gniazda muszą mieć również  $\frac{1}{3}$  grubości drzewa. Gniazdo musi być tak spasowane, aby po wprowadzeniu w nie czopa, płaszczyzny jego /P i Q/ dolegały szczelnie do boków gniazda. Następnie połączenie to mocujemy jednym lub dwoma kołkami albo śrubą.

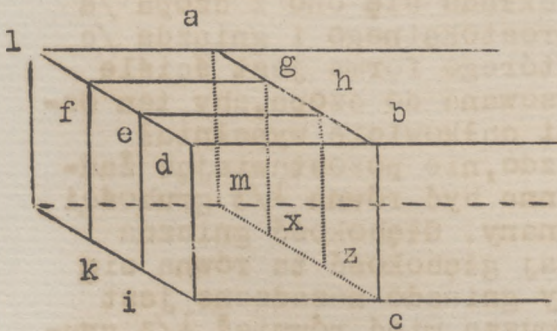
Połączenie to wówczas ma pełną siłę, gdy czop jest wprowadzony do gniazda bardzo szczelnie, dlatego też przy wykonywaniu należy bardzo dokładnie obrysować na drzewie zarówno wymiary gniazda jak

i czopa, a następnie za pomocą dłuta wybierać niepotrzebne drzewo.

Rys 3



Na rysunku Nr. 9 wyjaśniamy sposób przystąpienia do wykonania czopa dla uzyskania "połączenia na czop". Na końcu części, gdzie mamy wykonywać czop, rysujemy linię a-b, a-m, b-c i c-m prostopadłe do krawędzi drzewa. Odległość d-b zachowujemy równą długości żądanego czopa. Następnie krawędź d-l i a-b dzielimy na trzy równe części, prowadząc z punktów e i f równoległe do krawędzi a-l oraz prostopadłe z tychże punktów do krawędzi d-l.



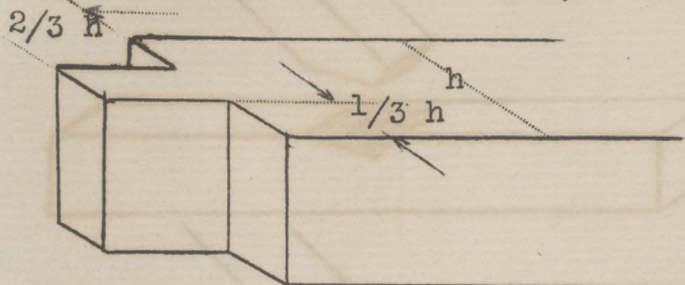
Rys. 9

Po obrysowaniu nacinamy piłą wzdłuż linii b-c i a-m, aż do linii h-z z jednej strony, później, przy pomocy siekiery, nacinając e-i i f-k usuwamy zbędne kawałki drzewa, otrzymując żądany czop jak na rysunku 10.

Gdy chcemy wykonać czop podwójny, wówczas postępujemy podobnie z tym, że część przeznaczoną na wykonanie czopa dzielimy na pięć części zamiast na trzy, po narżnięciu piłą usuwamy przy pomocy siekiery zbędne kawałki drzewa.

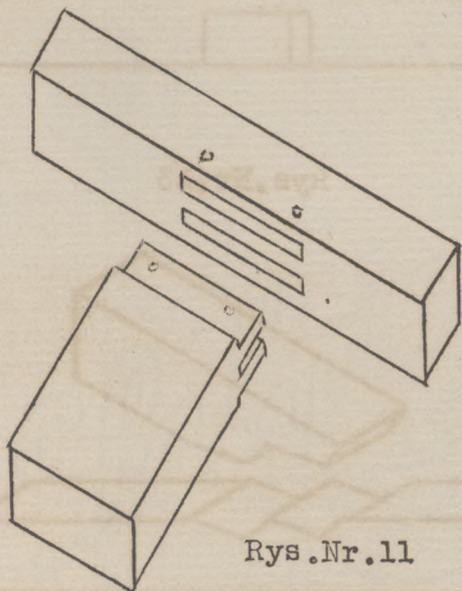
Należy zwrócić uwagę, że po narżnięciu piłą tylko dwa zewnętrzne kawałki wypadną przy pomocy siekiery, trzeci natomiast należy usunąć przy pomocy dłuta /Rys.Nr.11/.

Przy wykonaniu gniazda dla "połączenia na czop", postępujemy w sposób podobny, jeśli chodzi o rozrysowanie na drzewie miejsca i wymiarów gniazda /Rys.Nr.12/. Przede wszystkim rysujemy linię



Rys.Nr.10

równą wysokości poprzednio już wykonanego czopa. Po nawierceniu dziur na całej długości wykonywanego gniazda, przestrzenie pozosta-



Rys.Nr.11

łe między dziurami usuwamy za pomocą dłuta /szta-maiza/. Jeżeli czop mamy podwójny, to postępowanie jest podobne i sprowadza się do wykonania dwóch gniazd obok siebie, zmiana polega tylko na obrysowaniu takiego podwójnego gniazda.

#### Połączenie na czop wzmocniony.

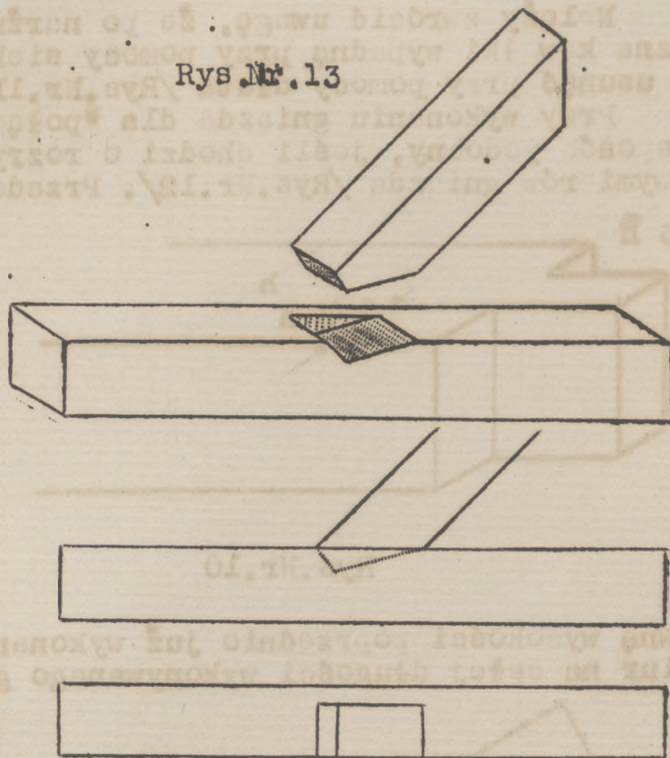
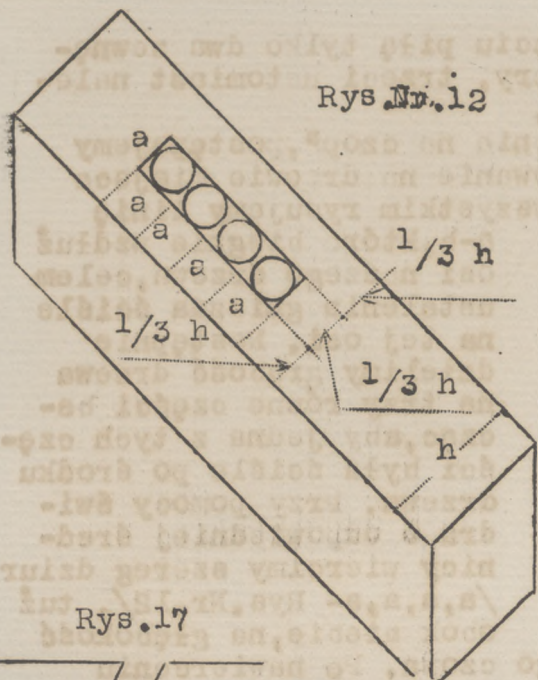
Na rysunku Nr.8 mamy przedstawione kilka rodzajów czopów. Otóż czop "a" na tym rysunku jest czopem zwykłym, natomiast czopy

b, c i d, azywamy czopami wzmocnionymi. Wzmocnienie to polega na odpowiednim rozszerzeniu czopa, co jest uwidocznione na rysunku. Połączenie przedstawione na rysunku Nr.11 - nazywamy "połączeniem na podwójny czop". Rysunki Nr.13, 14, 15, 16, 17 i 18 przedstawiają różne połączenia, stosowane do rozmaitych rodzajów konstrukcji. Natomiast Rys.Nr.19 przedstawia nam zacięcia słupów prostych i skośnych między dwiema belkami. Na rysunku tym widzimy różnego rodzaju czopy przy połączeniach prostych i skośnych.

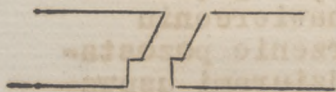
Cwiczenie: Połączenie przedstawione na rysunku Nr.14 i 17 narysować w rzucie perspektywicznym i w rozłączeniu obu części.

Rys.Nr.12

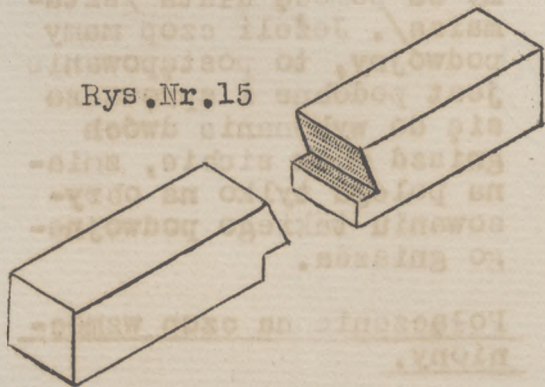
Rys.Nr.13



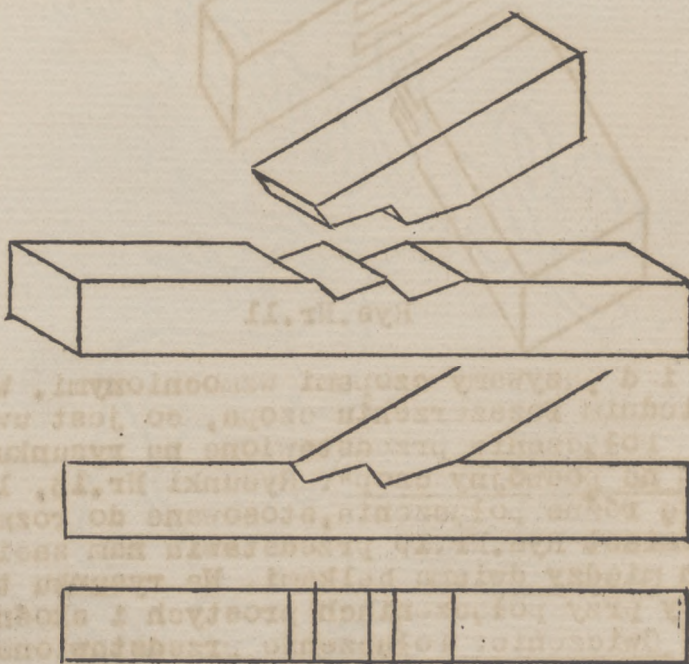
Rys.17



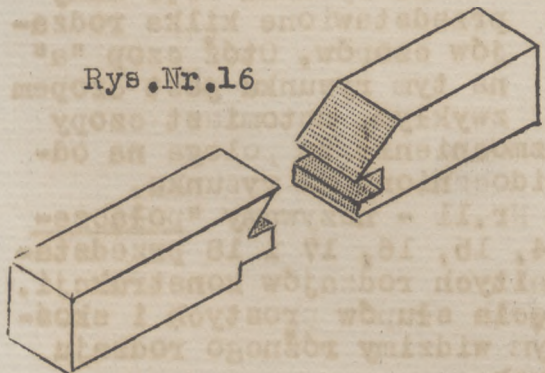
Rys.Nr.15



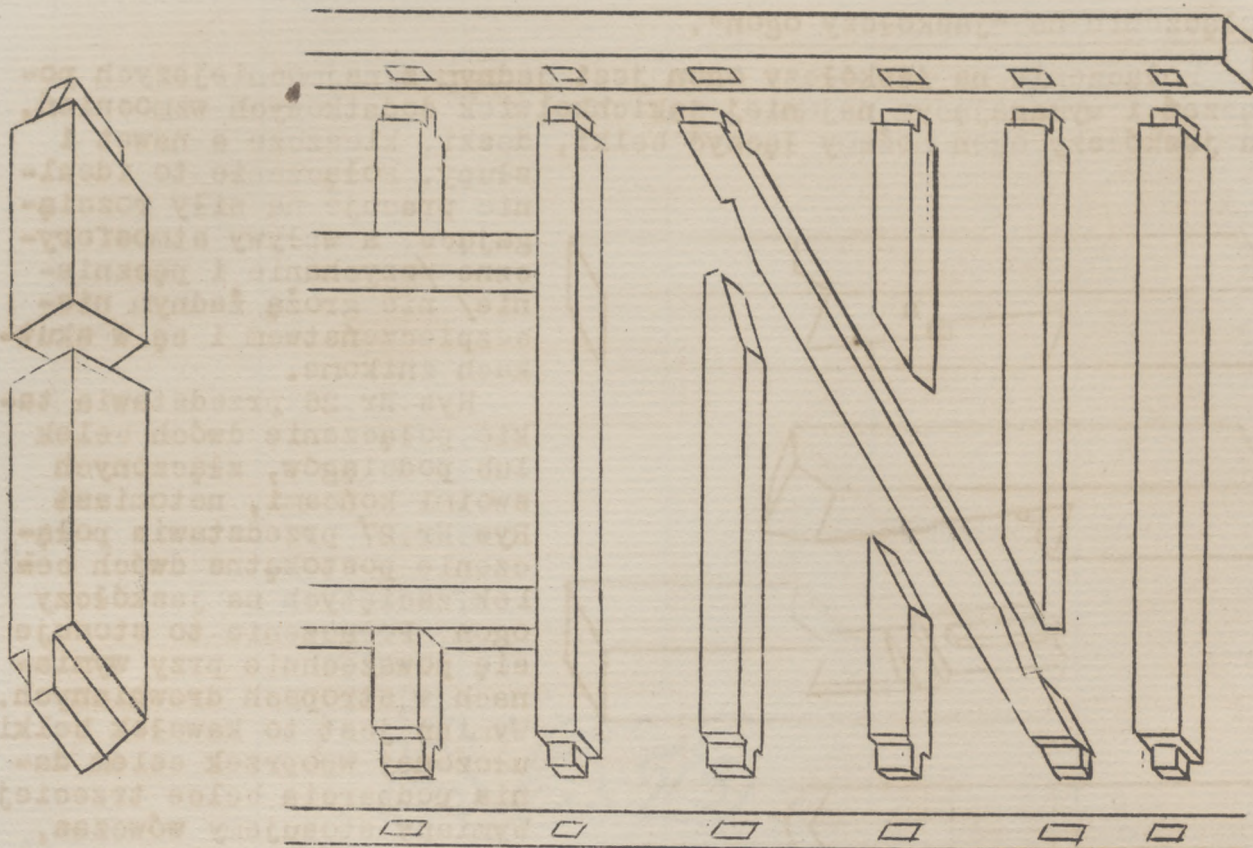
Rys.Nr.13



Rys.Nr.16







Rys. Nr. 18

Rys. Nr. 19

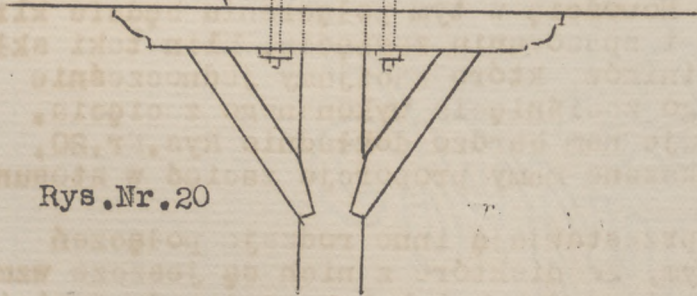
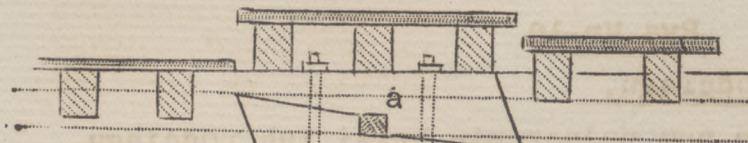
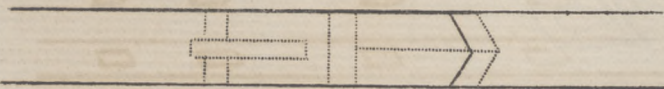
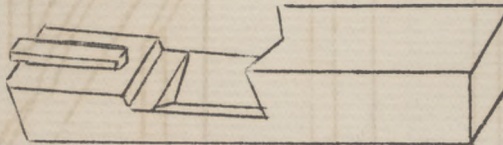
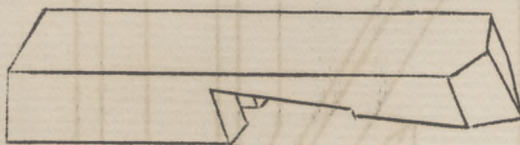
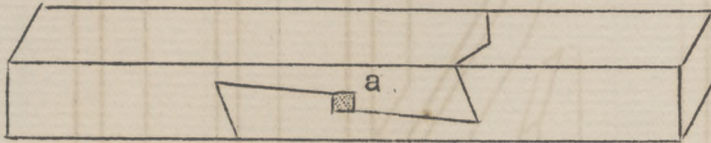
Połączenie dwóch belek lub podciagu.

Rysunek Nr. 20 przedstawia nam połączenie belki lub podciagu, wykonane na nakładkę złożoną. Nowością w tym połączeniu będzie klin "a", który wbijamy po złożeniu i spasowaniu zacięcia. Klin taki składa się z dwóch oddzielnych kliników, które zabijamy jednocześnie z obu stron belki celem dobrego zaciśnięcia wykonanego zacięcia. Szczegóły tego zacięcia pokazuje nam bardzo dokładnie Rys. Nr. 20, natomiast na rysunku Nr. 21 wskazane mamy proporcje zacięć w stosunku do wysokości belki.

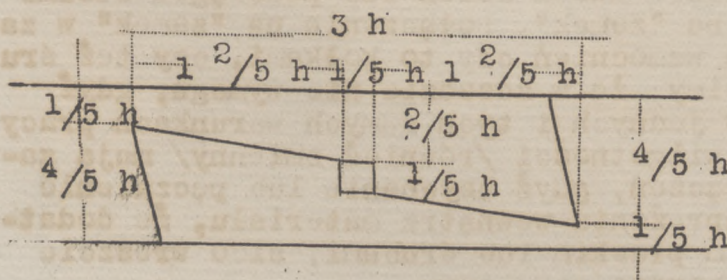
Rysunki Nr. 22, 23, 24 i 25 przedstawiają inne rodzaje połączeń dwóch belek lub podciągów z tym, że niektóre z nich są jeszcze wzmacniane żelazem płaskim. Złączenie dwóch belek lub podciągów swoimi końcami nazywamy połączeniem na "zamek". Połączenie na "zamek" w zasadzie nie wymaga dodatkowych wzmocnień czy to kołkami, czy też śrubami lub żelazem płaskim. Mówimy, że w zasadzie nie wymaga, gdyż drzewo nie pozostaje zawsze w jednych i tych samych warunkach pracy. Zmiany temperatury i stopień wilgotności /również zmienny/ mają zasadnicze znaczenie na moc połączeń, gdyż usychanie lub pęcznienie drzewa wywołują tak wielkie naprężenia wewnątrz materiału, że dodatkowe wzmocnienie zamku żelazem płaskim lub śrubami, albo wreszcie kołkami jest zabezpieczeniem bardzo wskazanym.

Połączenie na "jaskółczy ogon".

Połączenie na jaskółczy ogon jest jednym z najmocniejszych połączeń i wymagającym najmniej jakichkolwiek dodatkowych wzmocnień. Na jaskółczy ogon możemy łączyć belki, deski, kleszcze a nawet i słupy. Połączenie to idealnie pracuje na siły rozciągające, a wpływy atmosferyczne /zsuchanie i pęcznienie/ nie grożą żadnym niebezpieczeństwem i są w skutkach znikome.



Rys.Nr.20

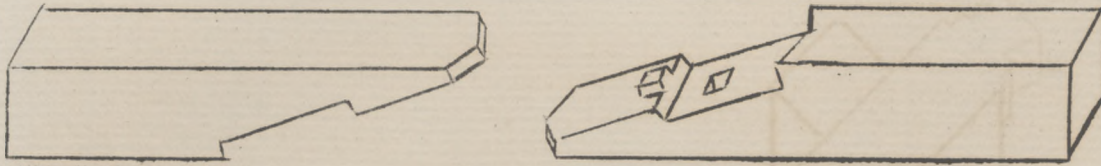


Rys.Nr.21

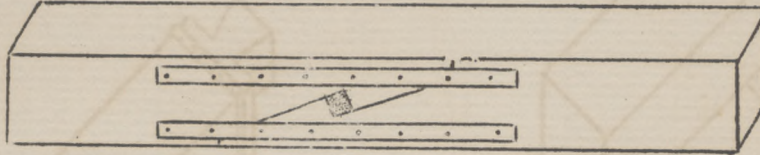
Rys.Nr.26 przedstawia takie połączenie dwóch belek lub podciągów, złączonych swoimi końcami, natomiast Rys.Nr.27 przedstawia połączenie postokątne dwóch belek, zaciętych na jaskółczy ogon. Połączenie to stosuje się powszechnie przy wymianach w stropach drewnianych. Wymian jest to kawałek belki, ułożonej w poprzek celem dania podparcia belce trzeciej. Wymiany stosujemy wówczas, gdy z rozstawu belek stropowych wynika, że jedna z nich trafia w przewód kominowy. Rys.Nr.28 wyjaśnia nam rolę i pochodzenie "wymianu".

Pozatem zastosowanie wymianu może mieć bardzo liczne wypadki. Czasem, gdy wymian jest silnie obciążony, to celem zabezpieczenia się przed ewentualnym rozdarciem wymianu, opasujemy go żelazem płaskim /patrz Rys.Nr.29/. Rozdarcie takie może nastąpić wzdłuż włókien "a".

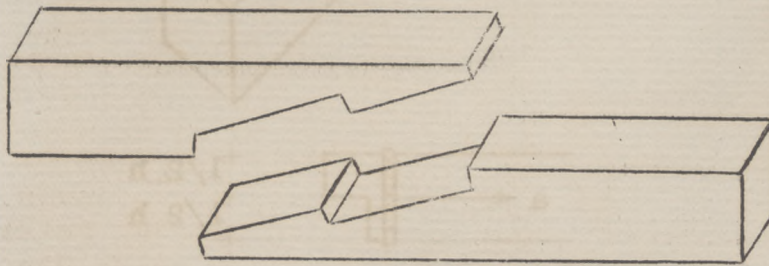
Wzmacnianie wymianu zaciętego na jaskółczy ogon, pokazane na rysunku Nr.30, jest zbędne, gdyż forma zacięcia jest tak mocna sama w sobie, że dodatkowe wzmocnienia zazwyczaj wcale nie pracują. Natomiast wzmocnienie obręczką metalową, poka-



Rys. Nr. 22



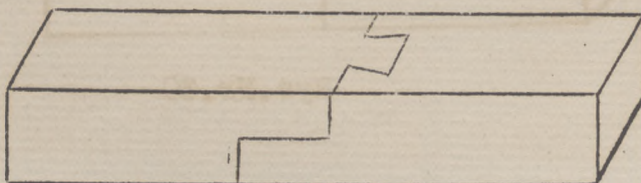
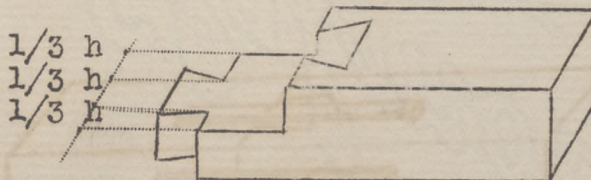
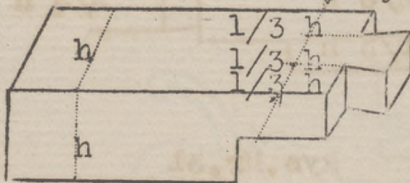
Rys. Nr. 23



Rys. Nr. 24

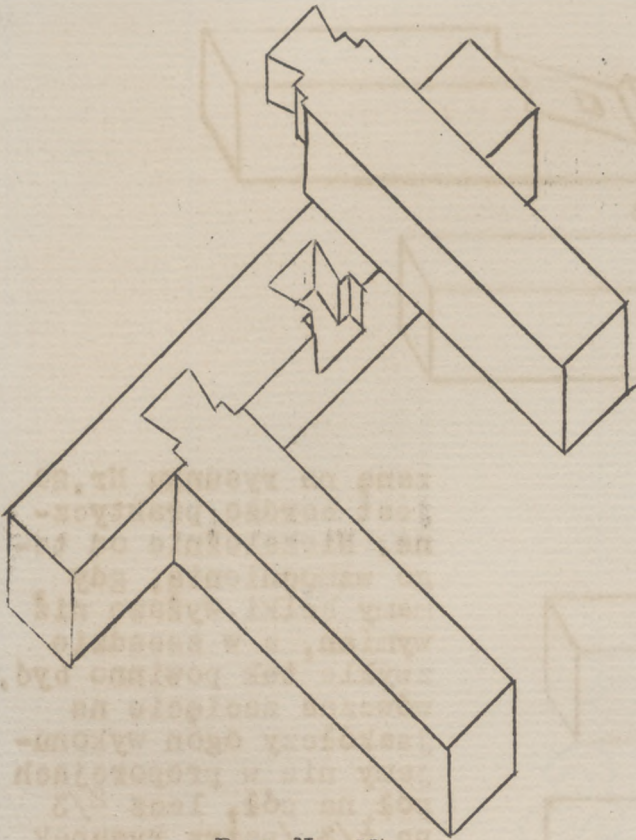


Rys. Nr. 25

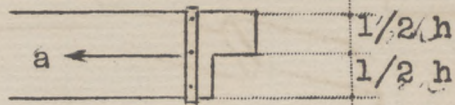
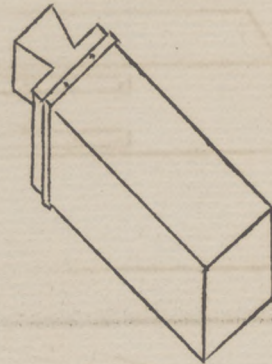


Rys. Nr. 26.

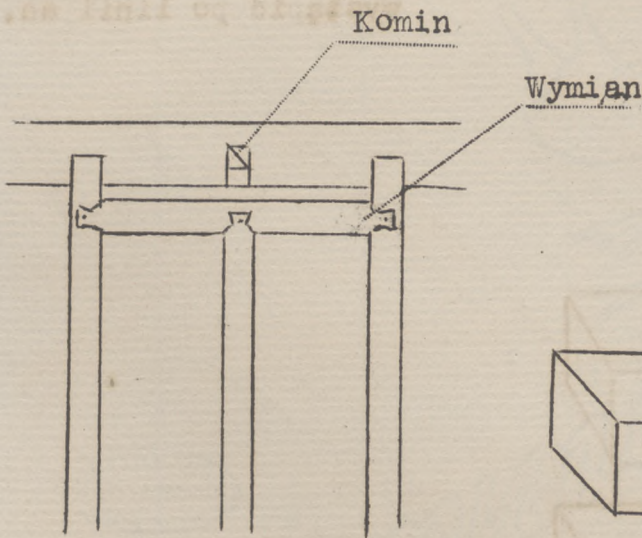
zaną na rysunku Nr. 29 jest bardzo praktyczne. Niezależnie od tego wzmocnienia, gdy mamy belki wyższe niż wymian, a w zasadzie zwykle tak powinno być, wówczas zacięcie na jaskółczy ogon wykonujemy nie w proporcjach pół na pół, lecz  $\frac{2}{3}$  na  $\frac{1}{3}$  /patrz rysunek Nr. 31/, a to celem wzmocnienia zacięcia na "ścięcie", mogące wystąpić po linii aa.



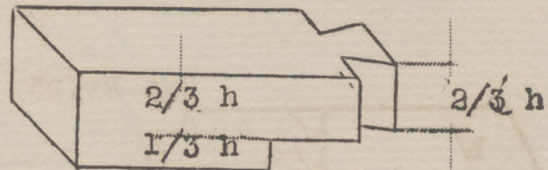
Rys. Nr. 27



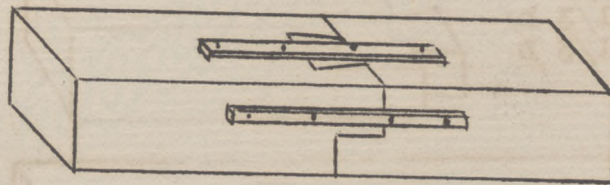
Rys. Nr. 29



Rys. Nr. 28



Rys. Nr. 31



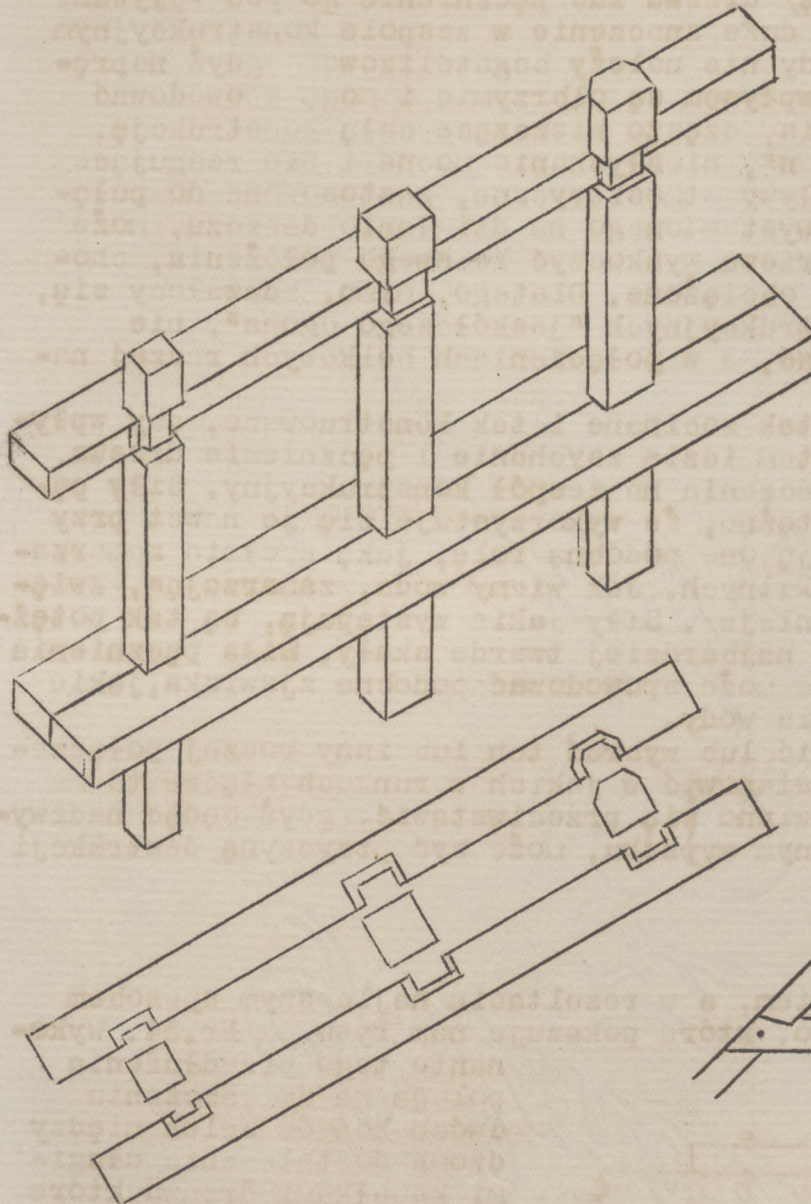
Rys. Nr. 30

Połączenia kleszczowe.

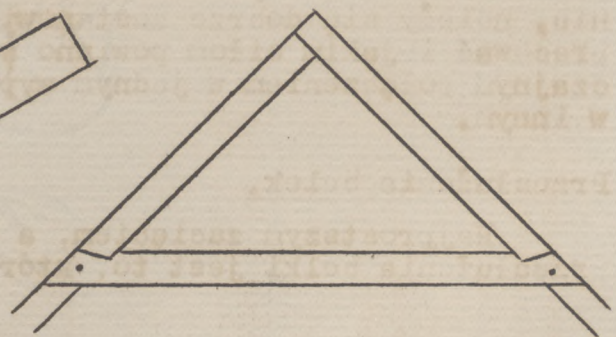
Połączenia kleszczowe służą do łączenia i ściągania poszczególnych elementów drzewa. Najpospolitsze zastosowanie "kleszczy" mamy w zwykłych dachach, często w ogrodzeniach i t.p. Rysunek Nr.32 przedstawia nam typową konstrukcję kleszczową. Pokazana jest ona w planie, następnie częściowo rozłożona i całkowicie złożona /Rys.Nr.33/.

Kleszcze w konstrukcji dachowej uniemożliwiają rozsunięcie się krokwiom pod wpływem działania sił rozpierających. Bardzo często w tymże dachu kleszcze służą do podparcia belki /owirki/, na której spoczywają krokwie.

Wogóle zastosowanie kleszczy jest bardzo rozpowszechnione i daje możliwość stosowania bardzo mocnej konstrukcji. Kleszcze bardzo często posiadają zacięcia na pół jaskółczego ogona /Rys.Nr.32/ - dodaje to znakomicie mocy takiemu zacięciu.



Rys.Nr.33



Rys.Nr.32

### Wytrzymałość połączeń.

Połączenia należy tak wykonywać, aby płaszczyzny poszczególnych części z samego sposobu zacięcia przedstawiały sobą jaknajwiększą odporność na działanie sił.

Jeżeli więc część łączącą dwie inne wykonamy zbyt wąską lub cieką, to albo nam się złamie albo wgłębni w część, którą miała połączyć. W obu wypadkach nasze połączenie minie się z celem.

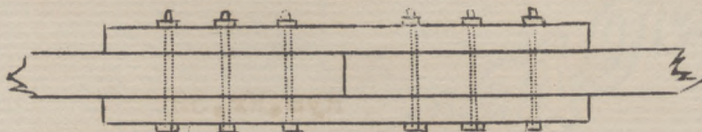
Skurcz /zsychanie się/ drzewa lub pęcznienie go pod wpływami atmosferycznymi ma bardzo duże znaczenie w zespole konstrukcyjnym drzewa. Zjawiska tego nigdy nie należy bagatelizować, gdyż naprężenia powstające pod ich wpływem są olbrzymie i mogą spowodować nieoczekiwane odkształcenia, często niszczące całą konstrukcję. Zacięcie na "jaskółczy ogon", niesłychanie mocne i nie reagujące w pewnych warunkach na wpływy atmosferyczne, zastosowane do połączenia jakiegoś podciągu wystawionego na działanie deszczu, może pod wpływem spęcznienia drzewa wyskoczyć ze swego położenia, chociażby było bardzo silnie obciążone. Dlatego, mimo, zdawałoby się, nadzwyczajnych zalet konstrukcyjnych "jaskółczego ogona", nie wszędzie możemy go stosować, a w połączeniach belkowych raczej należy go unikać.

Złącza powinny być tak zacinane i tak konstruowane, aby wpływy atmosferyczne, a co zatem idzie zsychanie i pęcznienie drzewa nie miały zasadniczego znaczenia na zespół konstrukcyjny. Siły pęcznienia drzewa są tak potężne, że wykorzystuje się je nawet przy rozsadzaniu skał, spełniają one podobną rolę, jaką spełnia zamarzająca woda w szczelinach skalnych. Jak wieny woda, zamarzając, zwiększa swoją objętość /pęcznieje/. Siły jakie występują, są tak potężne, że potrafią rozsadzić najbardziej twarde skały. Siła pęcznienia drzewa jest tak wielka, że może spowodować podobne zjawiska, jakie powstają podczas zamarzania wody.

Jeżeli chcemy ustalić lub wybrać ten lub inny rodzaj połączenia, należy się dobrze zastanowić w jakich warunkach złącze to ma pracować i jakim siłom powinno się przeciwstawić, gdyż będąc nadzwyczajnym połączeniem w jednym wypadku, może być przyczyną destrukcji w innym.

### Przesłuzenie belek.

Najprostszym zacięciem, a w rezultacie najlepszym sposobem przedłużenia belki jest to, które pokazuje nam rysunek Nr.34. Wyko-



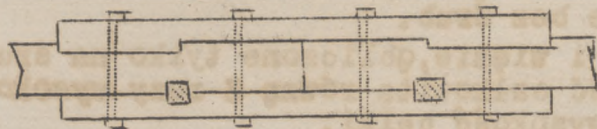
Rys.Nr.34

nianie tego przedłużenia polega na umieszczeniu dwóch końców belek między dwoma dostatecznie długimi kawałkami drzewa, które następnie skręcany śrubami. Niedogodnością tego połączenia jest to, że cały ciężar przenowzą śruby, a poza tym belka

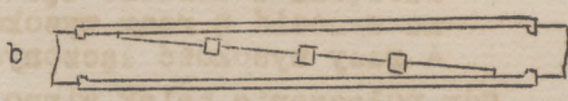
zmienia swoją grubość, co w niektórych wypadkach może być bardzo niedogodne. Spójność tych czterech części zależna jest od siły śrub i siły tarcia.

Rysunek Nr.35 przedstawia nam taki układ nakładek łączących dwie belki gdzie przez odpowiednie zacięcie tych ostatnich, zwiększamy siłę spójności i stwarzamy większe płaszczyzny tarcia między łączonymi częściami, a tym samym zwiększamy wytrzymałość złącza.

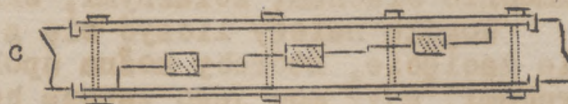
Rysunki Nr.36 do Nr.41. przedstawiają nam szereg różnorodnych połączeń belek. Wytrzymałość tych połączeń jest prawie taka, jak belki nie łączonej. Rysunki 36 i 40 przedstawiają nam połączenia skute specjalnymi żelazami, w tym celu przygotowanymi. Mimo, że metalowe części /Rys.Nr.36/ grają główną rolę umacniającą sztukowania belek, staramy się tak budować połączenia, aby odpowiednią formą zacięć zwiększyć moc złącza /Rys.Nr.40/. Zacięcia te stwarzają połączenie, które pracuje niezależnie od okucia metalowego, głównie jeśli chodzi o siły rozciągające.



Rys. 35



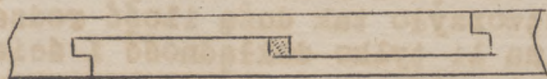
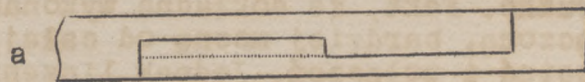
Rys. 36



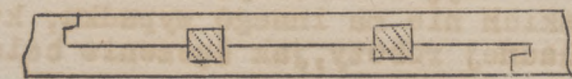
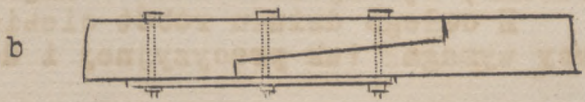
Rys. 40



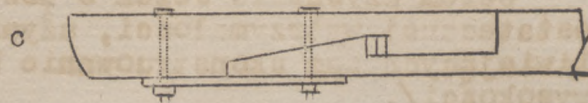
Rys. 37



Rys. 38



Rys. 39



Rys. 41

Połączenie w ten sposób wykonane, jak nam to pokazuje Rys.41 i 42, są to zamki, które pracują same jako konstrukcja, natomiast części metalowe są tylko pomocniczymi elementami, zabezpieczającymi zamek przed ewentualnym otwarciem się.

Wszystkie zamki konstruujemy w taki sposób, żeby stworzyć tak dużą płaszczyznę zacięcia, aby wytrzymała ona naprężenia ścinające /Rys.Nr.41-a/, powstające wzdłuż linii przerywanej c d, pod działaniem sił obciążających belkę. Oczywiście, że długość zacięcia c d możemy dokładnie obliczyć, jednak nie będzie to naszym zadaniem. Zależna ona będzie również i od rodzaju stosowanego zacięcia i od gatunku drzewa.

W praktyce możemy przyjąć następujące długości zacięć, uzależnione od wysokości łączonych belek:

- 1/ dla dębu, jesionu i wiązu długość całkowita zacięcia powinna wynosić 6 razy wysokość belki. Zacięcie bez śrub.
- 2/ Dla sosny całkowita długość zacięcia powinna wynosić 12 razy wysokość belki. Zacięcie bez śrub.
- 3/ Zacięcie w dębie, jesionie i wiązie, obliczone tylko na śruby, powinno posiadać długość całkowitą równą 3 razy wysokość belki, a dla sosny 6 razy wysokość belki.
- 4/ W wypadku gdy zamek pracuje jednocześnie ze śrubami, długość zacięcia w drzewie dębowym i innych drzewach twardych powinna wynosić 2 razy wysokość, a dla sosny i drzew miękkich - 4 razy wysokość łączonych belek.

Gdy połączenie belek winno znosić ciężar wywołujący naprężenie ścinające /poprzeczne/, wówczas wskazanym jest zacięcie otoczyć żalazem płaskim /Rys.Nr.29/, stwarzając wokół niego rodzaj obręczy lub wzmocnić blachami żelaznymi, skręcając całość śrubami.

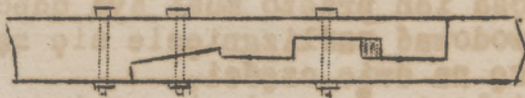
Wogóle należy liczyć się z tym, że nie istnieje praktycznie takie zacięcie, któreby można spokojnie użyć bez zabezpieczenia go śrubami, gdyż moc jego zawsze będzie zależała od bezwzględnej dokładności wykonania poszczególnych ząbków w zacięciach, szczelnego i ścisłego spasowania części między sobą, co w praktyce jest bardzo trudne. Fakt, że dokładne wykonanie zacięcia może stworzyć belkę łączoną, bardziej mocną od całej, stworzyło tak dużą ilość rodzajów zacięć i połączeń. Jednak liczenie na li tylko dokładność i ścisłość wykonania zacięcia w praktyce jest nie możliwe i z góry skazane na niepowodzenie. Najprostsze połączenia, pracujące jednocześnie ze śrubami, są najwłaściwsze i najlepsze dają rezultaty.

Z całego działu robót ciesielskich nie ma innego wypadku, któryby wymagał tak precyzyjnej i dokładnej roboty, jak łączenie belek.

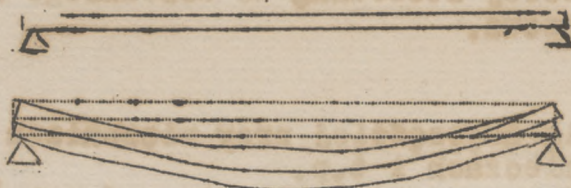
#### Konstruowanie belek drewnianych.

Celem uzyskania belek o dostatecznej wysokości, a tym samym i dostatecznej wytrzymałości, używamy kilku odpowiednich zacięć, umożliwiających nam skonstruowanie belki o potrzebnej wytrzymałości /wysokości/.

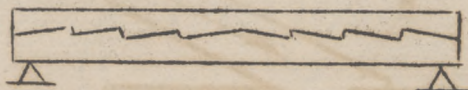




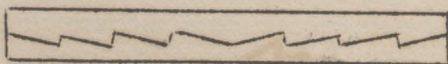
Rys.42



Rys.43



Rys.44



Rys.45



Rys.46

Wiemy, że belka leżąca na dwu podporach i poddana obciążeniu, ugina się pod jego ciężarem /Rys.Nr.43/.

Jeżeli dla wzmocnienia weźmiemy dwie belki o tym samym przekroju i tej samej długości i obciążymy je, wówczas zaobserwujemy, że obie belki ugną się pod nałożonym na nie ciężarem, dając formę ugięcia pokazaną na rysunku Nr.43-b.

Obie więc belki ugięły się z tym, że dolna wygięła się więcej niż górna. Musimy więc poszukać takiego sposobu zacięcia, żeby belki te pracowały razem na całym przekroju a nie, jak to ma obecnie miejsce, że każda belka pracuje osobno.

W tym celu robimy zacięcia pokazane na Rys.44, a następnie skręcamy je śrubami. Jeśli nacięcia wykonamy w sposób pokazany na rysunku Nr.45, wówczas żadnego konstrukcyjnego połączenia belek nie uzyskamy, a jedynie śruby będą tym łącznikiem, czyli, że zacięcie to sprowadza się do wypadku, gdy belki położymy luźno jedna na drugiej.

Przyjrzyjmy się na czym polega praca zacięcia pokazanego na Rys.44. Jeśli narysujemy w przesadzie tę belkę ugiętą pod ciężarem /Rys.Nr.46/, wówczas zauważymy, że:

- 1/ dolna część "a" ulega rozciąganiu, ale dzięki wyciętym zębom, belka uginając się, stara się je przesunąć w kierunku pokazanym strzałką;
- 2/ górna część belki "b" ulega ściskaniu, starając się swoje zębki przesunąć w kierunku odwrotnym;
- 3/ w rezultacie różnych kierunków przesuwania się wykonanych w belce nacięć, następuje mocniejsze zaciskanie ich między sobą, wprowadzając współpracę w całym przekroju belki.

Belka taka może pracować z powodzeniem bez dodatkowego skręcania jej śrubami. Belka wykonana w sposób pokazany na rysunku 45 w momencie ugięcia powoduje rozchodzenie się naciętych zębów, a więc rozluźnienie zamiast zaciskania nacięć. Praktycznie więc niczym się nie różni od dwóch belek ułożonych na sobie.

Wykonane zębate nacięcia w belce mają za zadanie przeciwstawić się siłom na ściskanie, wielkość ich przeto musi być odpowiednia. Zbyt niskie nacięcia mogą spowodować zaślizgnięcie się ząbków lub ich ścięcie, rozpaławiając belkę na dwie części.

Na podstawie doświadczenia ustalono, że nacięcia powinny zajmować wysokość równą jednej trzeciej wysokości belki i przechodzić przez jej środek. Wogóle należy pamiętać, że proporcja 1 : 3 jest uświęconą doświadczeniem i najczęściej stosowaną we wszelkiego rodzaju zacięciach i połączeniach drzewa.

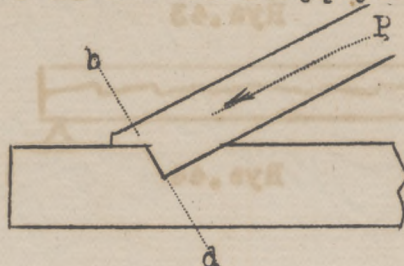
### Połączenia skośne.

Połączenia skośne zjawiają się najczęściej przy wiązaniach dachowych, krokwiach, zastrzałach, mieczach i t.p.

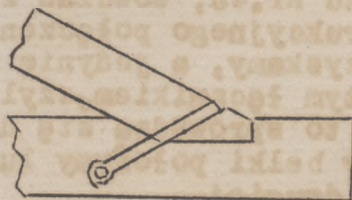
Rysunki 47 do 52 przedstawiają szereg takich połączeń zależnych od przeznaczenia i wielkości sił na nie działających.



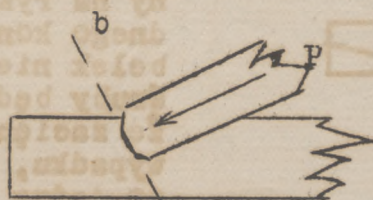
Rys. 47



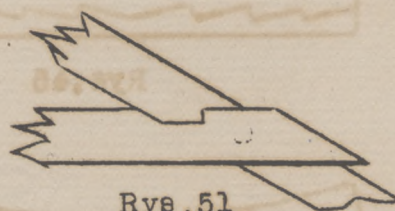
Rys. 48



Rys. 49



Rys. 50



Rys. 51



Rys. 52

Rysunek Nr. 48 przedstawia nam bardzo dobrą formę zacięcia dla połączenia skośnego bardzo często używanego przy połączeniach krokwi z belką stropu dachowego lub podwaliną. Dobroć połączenia polega na tym, że płaszczyzna zacięcia jest prostopadła b-d do sił na nią działających, przyjmując, że siły działające występują zgodnie z kierunkiem nachylonej części, co w takich wypadkach zawsze ma miejsce.

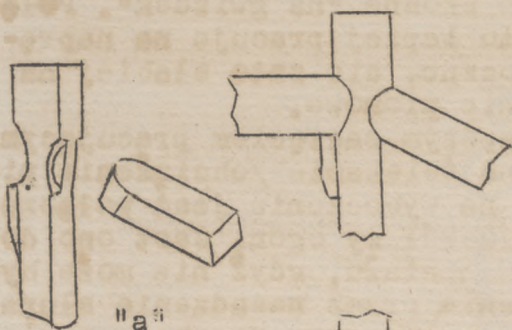
Rysunek Nr. 50 przedstawia nam podobne połączenie, lecz o kształcie cośkolwiek odmiennym, polegającym na zao-

krągleniu płaszczyzny, odpowiadającej płaszczyźnie b-d.

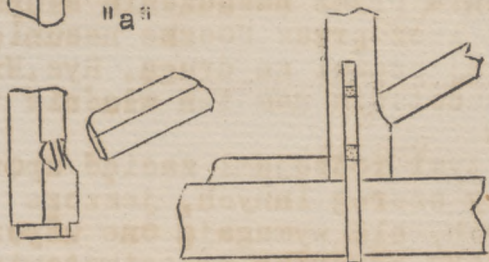
Cwiczenie: wykonać połączenie w perspektywie w formie rozłożonej, przedstawionej na Rys.Nr.48.

Rysunek Nr.52 przedstawia nam połączenie krokwi w wiązaniu dachowym,

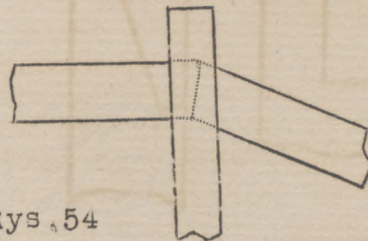
Rysunki N.Nr.53,53-a,54,55 i 55-a przedstawiają nam różne połączenia skośne ze słupami, które są w głowie i w podstawie rozszerzane celem uzyskania miejsca na czopy.



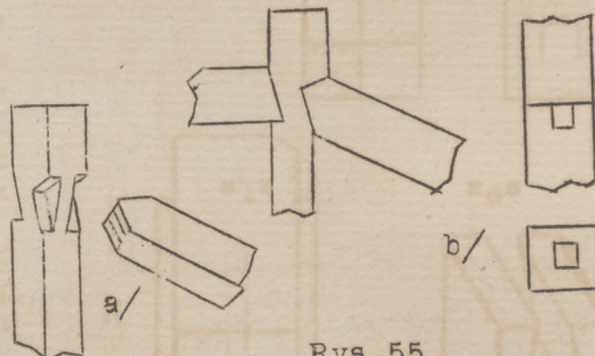
"a"



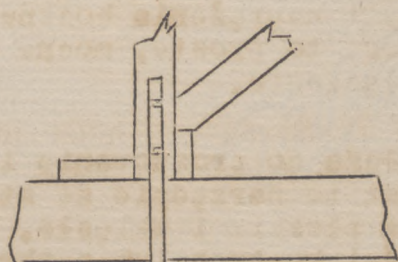
Rys. 53



Rys. 54



Rys. 55



Rys. 55

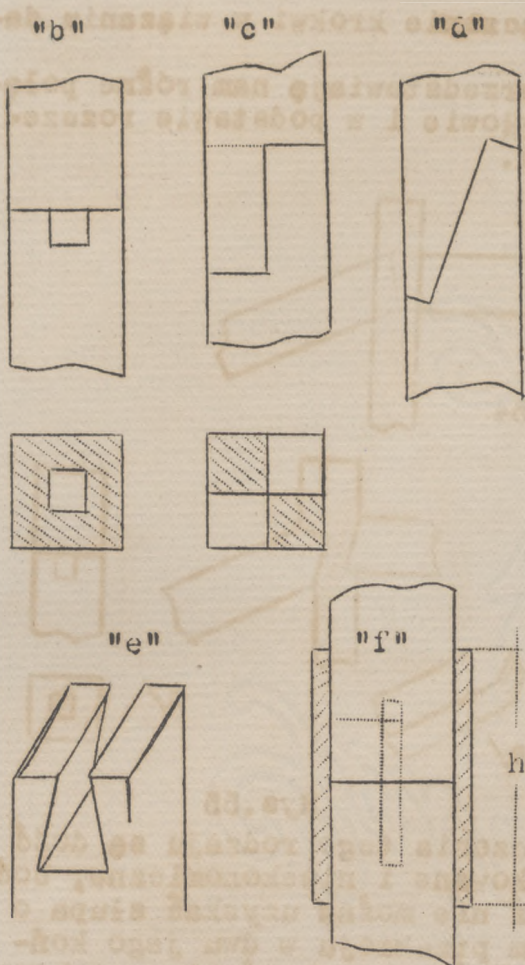
Połączenia tego rodzaju są dość skomplikowane i nieekonomiczne, boć przecież nie można uzyskać słupa o grubszym przekroju w dwu jego końcach, należy więc brać słup grubszy i ścięć go, co nie jest logicznym, albo brać słup cieńszy i zgrubić w nim oba końce za pomocą przymocowania na śruby potrzebnych do wyrabiania kawałków drzewa. Wogóle ten rodzaj połączeń ma zastosowanie do połączeń drzewa za pomocą części metalowych. Połączenia te przedstawiają cały dział, który z braku miejsca musimy

pominąć, wspomniawszy tylko o najbardziej prostych wzmocnieniach, nie wymagających specjalnych form okucia.

#### Połączenia pionowe.

Połączenia pionowe służą do przedłużenia słupów, albo do ustawiania ich jeden na drugim. Najprostszym typem będzie połączenie na czop i gniazdo /Rys.Nr.55-b/.

Połączenie to stosowane jest tylko wtedy, gdy mamy zapewnione, że słupek jest obciążony pionowo, gdyż tylko wtedy czop dobrze pracuje. Słupek nie będąc pionowo obciążonym sprawia, że czop ma tendencję do wyskoczenia z gniazda.



Rys. 56

### Narzędzia ciesielskie.

**D ł u t o .** /Rys.Nr.56-a,b,c,d/ Dłuta służą do prostowania i gładzenia czopów oraz do wycinania gniazd. Jest to narzędzie ze stali, oprawione w trzonku drewnianym. Dłuta bywają płaskie i wklęsłe. Wklęsłymi posługujemy się przy wykonywaniu części krętych lub zaokrąglonych.

**S i e k i e r a .** /Rys.Nr.57/. Siekierą posługuje się cieśla przy ciosaniu drzewa. Jest to narzędzie powszechnie znane.

**C y r k i e l .** /Rys.Nr.58/. Jest to przyrząd służący do rysowania kół i brania wymiarów. Cieśla używa dwu rodzajów cyrkla: mniejszy i większy. Zastosowanie każdego z nich zależy od wielkości rysowanego koła lub branego wymiaru. Duży cyrkiel składa się z dwóch linii drewnianych, złączonych w górze śrubą, a końce zastrzone i otoczone metalem. Mały cyrkiel jest cały z metalu.

Rys.Nr.55-c przedstawia nam inny rodzaj połączenia pionowego lepszego wprowadzie niż poprzedniego, ale również nie odpowiedniego na wyboczenie /zginanie bocznic/. Zacięcie to nazywamy połączeniem krzyżowym.

Rys.Nr.55-d przedstawia nam połączenie skośne "na gwizdek". Połączenie to lepiej pracuje na naprężenie boczne, ale zato słabiej na obciążenie pionowe.

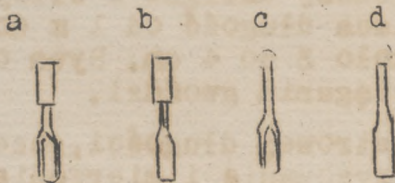
Najlepszym zacięciem pracującym dobrze na ściskanie /obciążenie pionowe/ i na wyboczenie jest połączenie na jaskółczy ogon. Jest ono dość trudne w montażu, gdyż nie może być zmontowane przez nasadzenie słupa na słupek, lecz przez boczne nasunięcie jednej części na drugą. Rys.Nr.55-e przedstawia nam ten właśnie typ zacięcia.

Poza tymi rodzajami zacięć spotykamy cały szereg innych, jeszcze prostszych, ale wymagają one użycia metalu jako czynnika przeciwstawiającego się wyboczeniu. Rys.55-f pokazuje nam dwa słupki połączone rodzajem tulei metalowej. Wysokość tulei "h" jest tym większa, im wyższe są słupki i naprężenia boczne są większe. Jest to proste, mocne i praktyczne połączenie.

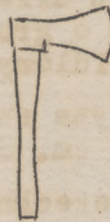
**S z n u r** . Jest to zwykły kawałek sznurka nawiniętego na szpulkę. Służy on do rysowania długich linii na drzewie. Jest on pociągnięty węglem lub sadzami, a po naciągnięciu go, unosimy go pośrodku i opuszczamy gwałtownie. Sznur opadając na drzewo daje ślad linii.

**K l a m r a** . /Rys.Nr.59/. Klamra zwana także spinką ma bardzo różnorodne zastosowanie. Służy do przytrzymania dwóch części drzewa, które mamy z sobą połączyć.

**W ę g i e l n i c a** . /Rys.Nr.60/. Instrument ten służy do rysowania kątów prostych, lub do wytyczania linii prostopadłej w stosunku do drugiej. Jeden z boków węgielnicy jest grubszy, a to w celu lepszego przykładania jej do kantu drzewa.



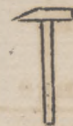
Rys. 56.



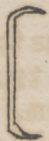
Rys. 57



Rys. 58



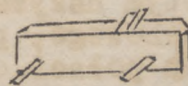
Rys. 63



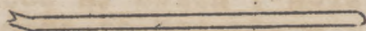
Rys. 59



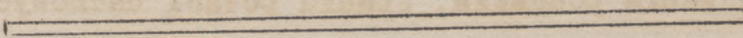
Rys. 60



Rys. 61



Rys. 65



Rys. 66



Rys. 62



Rys. 67

**P i o n** . Jest to kawałek metalu, najczęściej z ołowiu, umocowany na cienkim sznurze. Używa się go dla sprawdzenia pionowości montowanej konstrukcji.

**S t r u g** . hebel/. Rysunek Nr.61. Służy do gładzenia powierzchni drzewa. Przyrząd powszechnie znany.

**S t r u g** do wrębów . Służy do wykonywania profilów /felców/ prostokątnych.

**M ł o t e k** d r e w n i a n y /Rys.Nr.62/ Służy do pobijania dłuta przy drażeniu gniazda bez wycinania czopa.

**M ł o t e k** . /Rys.Nr.63/ Przyrząd powszechnie znany. Bywa różnych kształtów i wielkości.

**M e t r** albo **c a l ó w k a** . Metr albo calówka służy do mierzenia długości.

**P o z i o m i c a** /Rys.Nr.64/. Służy ona do ustalania poziomu konstrukcji lub jej elementów. Składa się z trójkąta prostokątnego, który ma przyprostokątne przedłużone i zwykłego pionu. Na przeciwprostokątnej po środku znachodzi się nacięcie. Jeśli badana część jest pozioma, to postawiona na niej poziomica powinna mieć taką pozycję, aby pion spuszczonego z wierzchołka kąta prostego przechodził przez to wycięcie na przeciwprostokątnej.

**L o m ż e l a z n y** /Rys.Nr.65/. Jest to rodzaj dźwigni i służy do podnoszenia ciężkich kawałków drzewa. Posiada długość od 1 m do 1,90 m i zrobiony jest z żelaza o grubości około 3 do 4 cm. Bywa on okrągły i płaski, na końcu rozwidlony dla wyciągania gwoździ.

**L i n i a** /Rys.Nr.66/. Linia bywa zwykle 2-metrowej długości, szerokości około 5 cm i grubości 1 cm. Służy do rysowania i mierzenia.

**P i ł y** . Przyrząd ten jest powszechnie znany. Służy do piłowania drzewa.

### Wiązanie dachowe.

Wiązaniem dachowym, lub więźbą dachową nazywamy taką konstrukcję ciesielską, która dźwiga na sobie pokrycie dachowe. Przestrzeń zawartą podwiązaniem dachowym nazywamy strychem lub poddaszem. Zależnie od formy wiązania dachowego, poddasza bywają albo wysokie albo niskie, o dużych spadkach połaci dachowych albo o małych. Przestrzeń poddasza bywa wykorzystywana bardzo często na mieszkania. Poddaszem specjalnie obmyślanym jest t.zw. "mansarda"; nazwa ta pochodzi od nazwiska wynalazcy Mansard'a i odnosi się również do charakteru więźby.

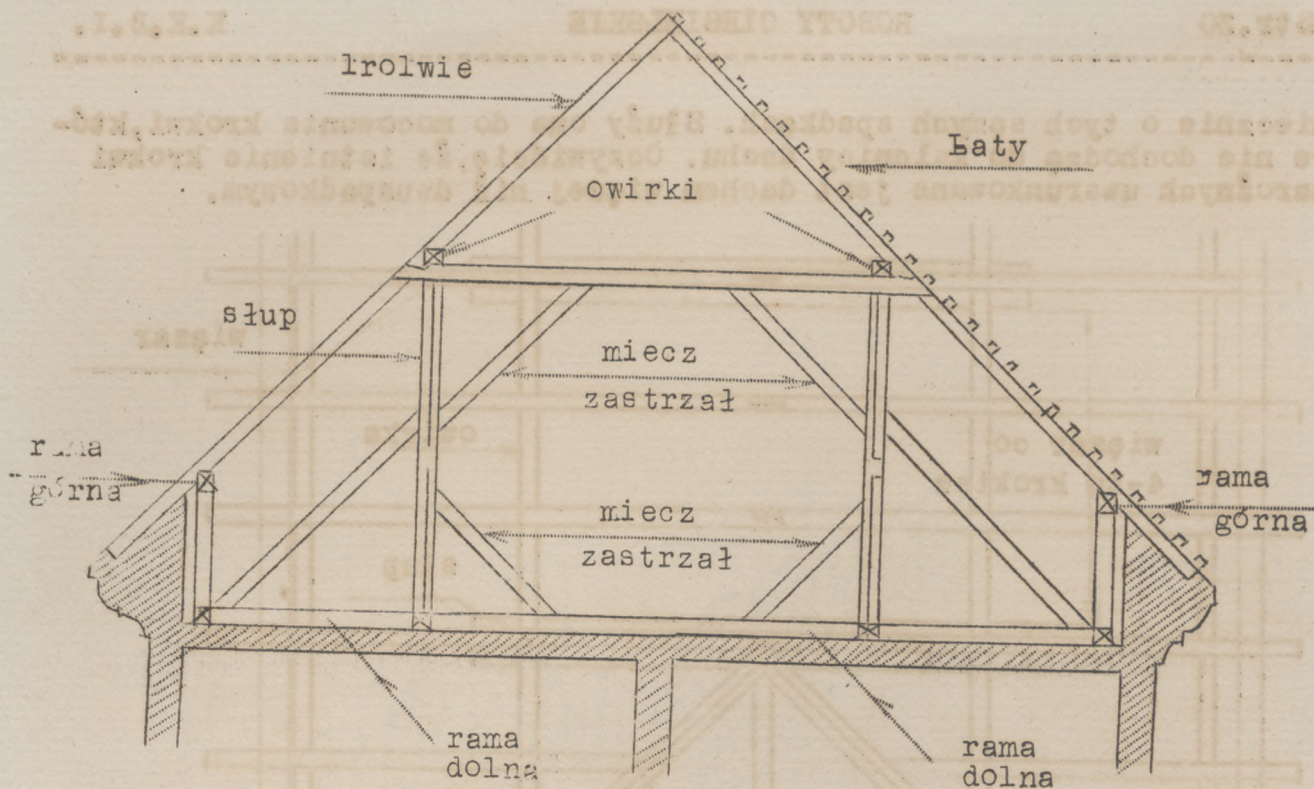
Rodzajów konstrukcji więźb dachowych mamy bardzo wiele, a ich charakter zależy od rozpiętości budynku, wysokości dachu, jego formy i kształtu, przeznaczenia poddasza, spadku połaci dachowych, rodzaju pokrycia i t.p.

W naszym kursie rozpatrzemy dwa typowe wiązania dachowe o najprostszych charakterze konstrukcji, a mianowicie więźbę zwykłą, zwaną stolcową i więźbę mansardową.

### Więźba stolcowa.

W każdej więźbie dachowej podstawowym elementem konstrukcyjnym jest tak zwany "wiązar dachowy". /Rys.Nr.68/.

Wiązar dachowy dajemy co trzecią lub czwartą krokiew, czyli co 3 lub 4 metry. Wiązary te są połączone ze sobą wzdłuż za pomocą ram dolnych i górnych oraz owirek i kleszczy. Krokiew wchodząca w skład wiązara dachowego jest zazwyczaj mocniejsza i przekrojem swoim dopasowana do przekroju drzewa w wiązarze.



Rys. 68

Po ustawieniu więzarów, zamocowaniu ich kleszczami, mieczami i zastrzałami oraz wzmocnieniu owirką i zastrzałami, układamy krokwie a następnie przystępujemy do "łacenia", albo szalowania dachu. Łacenie dachu wykonujemy pod pokrycie dachówką, łupkiem lub eternitem, natomiast szalowanie albo deskowanie dachu wykonujemy pod pokrycie blachą lub papą.

Nazwa "łacieć" pochodzi od czynności przybijania łąt. Są to, jak wiemy, małe beleczki o wymiarach 3 x 4, 4 x 5 cm i służą do oparcia o nie dachówek lub eternitu. W zależności od rodzaju pokrycia, łąty przybijamy gęściej lub rzadziej i mocniejsze lub słabsze. Moc łąt zależy również od gęstości rozstawu krokwi. Rys. 69 przedstawia rzut więźby dachowej.

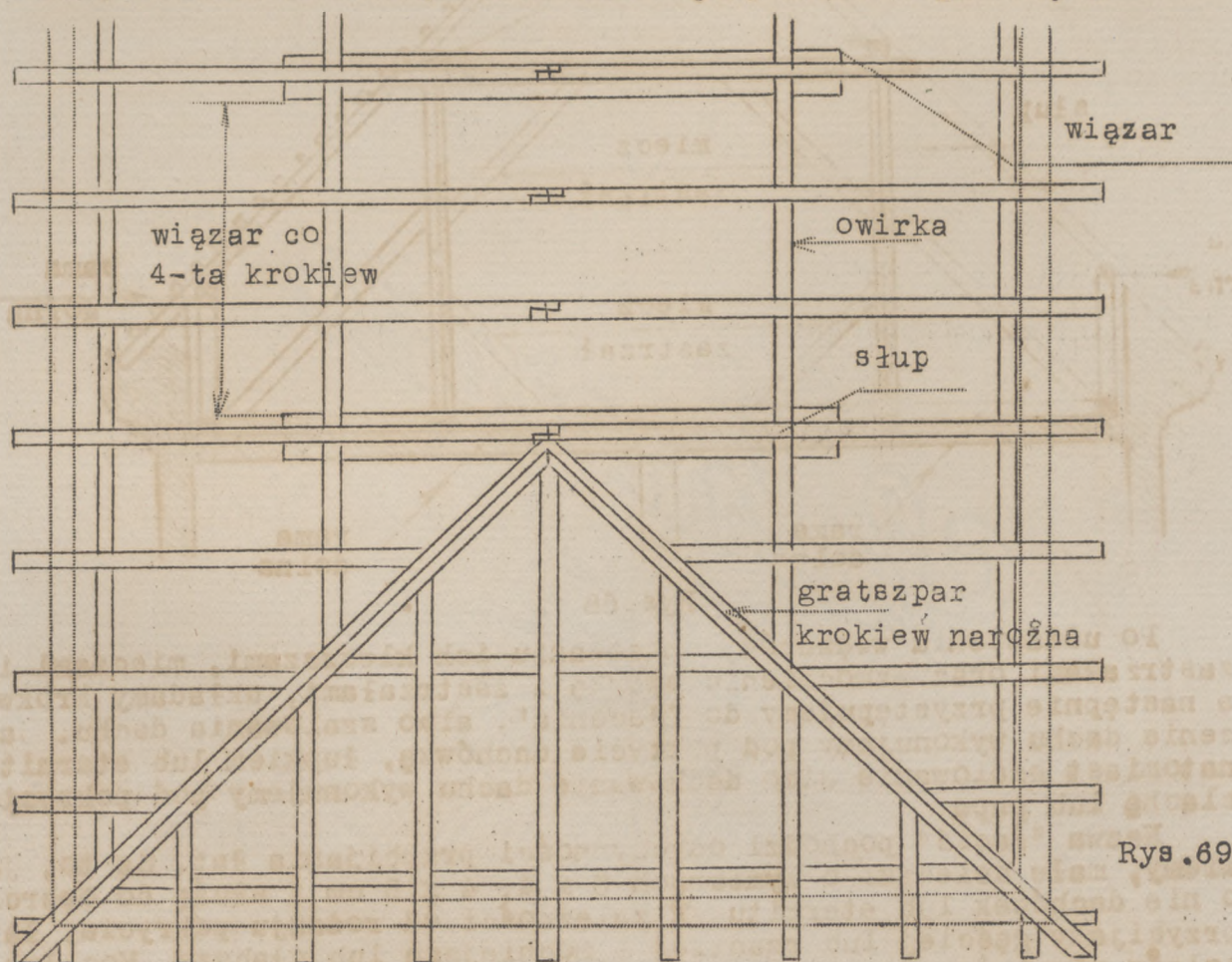
W rzucie poziomym więźby widzimy nowe elementy, których nie można było pokazać w przekroju więźby na rysunku 68, a mianowicie: krokiew narożną oraz rozstawienie więzarów i krokwi.

Belką kalenicową nazywamy belkę na samym szczycie dachu, gdzie spotykają się i opierają o nią krokwie. W więźbie dachowej nigdy nie stosuje się belki kalenicowej; jest ona elementem konstrukcyjnym dachów podwieszonych, to jest o konstrukcji nie posiadającej słupów tak jak więźba stołcowa.

Sam szczyt dachu nazywamy "kalenicą" niezależnie od tego, czy jest tam belka, czy nie, gdyż nazwa: belka kalenicowa stąd pochodzi, że znajduje się na samym szczycie dachu - w kalenicy.

Krokiew narożna jest wynikiem spotkania się dwóch połaci dachowych, schodzących się z sobą z dwóch różnych kierunków, lecz nieko-

niecznie o tych samych spadkach. Służy ona do mocowania krokwi, które nie dochodzą do kalenicy dachu. Oczywiście, że istnienie krokwi narożnych uwarunkowane jest dachem więcej niż dwuspadowym.



Rys. 69

Jedną połąd dachu lub powierzchnię, spadającą w jednym kierunku, nazywamy "spadkiem dachu". W zależności od tego rozróżniamy dachy:

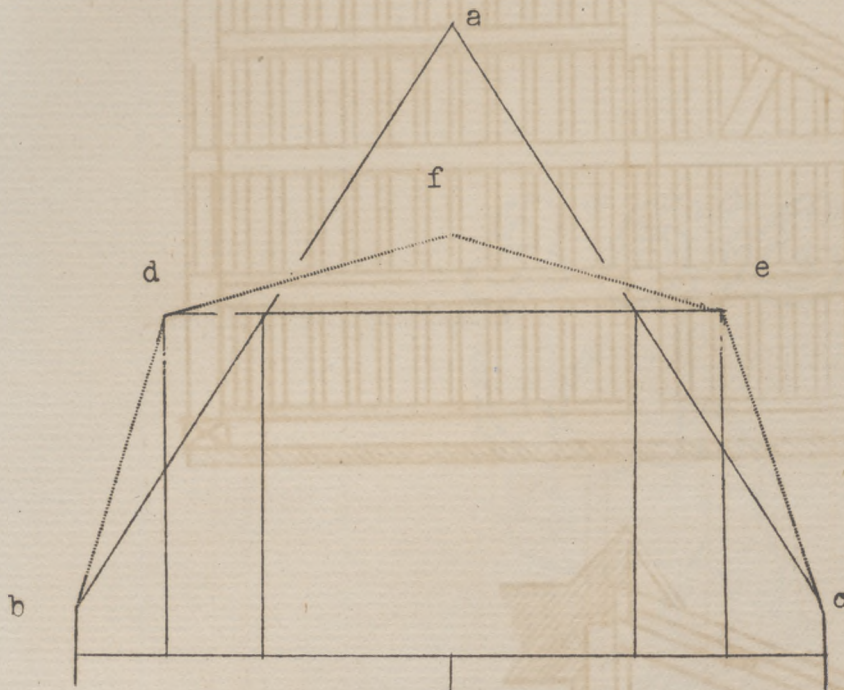
- 1/ jednospadowe,
- 2/ dwuspadowe,
- 3/ czterospadowe,
- 4/ wielospadowe.

Każdy rodzaj więźby dachowej może być stosowany do każdego charakteru dachu, za wyjątkiem więźb wiszących, gdyż stwarzają one duże trudności przy wykonaniu.

Na poddaszach o charakterze więźby dachowej pokazanej na rysunku 68, część poddasza między kleszczami, słupami a podłogą poddasza, przeznaczona jest często na mieszkanie lub inne pomieszczenie. Budowanie więźby dachowej z myślą o urządzeniu mieszkania na poddaszu, wymaga wysokiego poddasza, a co zatem idzie, odpowiednio podniesionej konstrukcji dachowej. Celem uniknięcia kosztów i dużej wysokości dachu, a chcąc uzyskać mieszkanie na poddaszu, stosujemy tak zwane konstrukcje mansardowe.



Konstrukcja mansardowa polega na złamaniu jednego spadku, zastępując go dwoma. Jeśli przyjmiemy, że schematem naszego wiązania stolcowego będą linie przedstawione na rysunku 70, to linie przerywane na tym rysunku będą odpowiadać schematowi wiązania mansardowego. Widzimy, że połączenie dachu  $ab$  i  $ac$ , zostały złamane i zastąpione dwoma innymi. Połączenie  $ab$  odpowiada dwóm nowym połączeniom  $bd$  i  $df$ , a połączenie  $ac$  - dwóm następnym  $ef$  i  $ec$ . Ten rodzaj konstrukcji daje dużo więcej wolnej przestrzeni, mogącej być wykorzystanej dla mieszkania oraz maximum wysokości pomieszczenia przy minimum wysokości ogólnej.



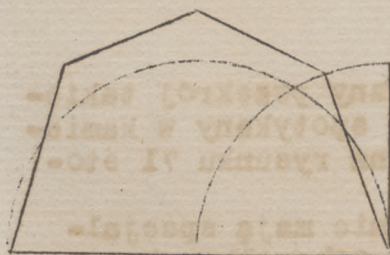
Rys. 70

Teoretycznie wyznaczamy dwoma sposobami ogólny schemat dachu mansardowego.

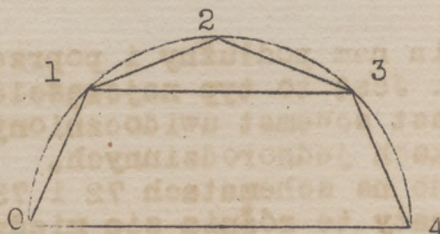
Pierwszy sposób /Rys. 71/ polega na tym, że rzeczywista wysokość poddasza równa jest połowie

rozpiętości budynku /szerokości/ wziętej z zewnątrz, z tym, że na część poddasza /poddasze ślepe albo fałszywe/, położoną nad mansardą poświęcamy jedną trzecią wysokości mansardy, albo jedną szóstą rozpiętości ogólnej.

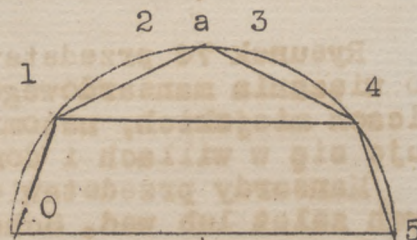
Drugi sposób polega na tym, że okrąg koła, opisany na średnicy równej szerokości budynku, dzielimy na cztery części /Rys. 72/, które następnie łączymy ze sobą za pomocą prostych linii. Linie te tworzą nam spadki dachu mansardowego. Pierwszy sposób używamy dla budynków o rozpiętości do 8 m, a drugi dla większej rozpiętości.



Rys. 71



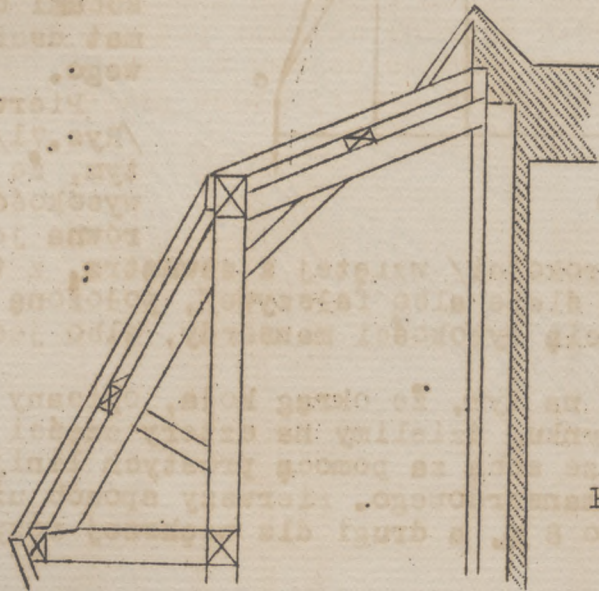
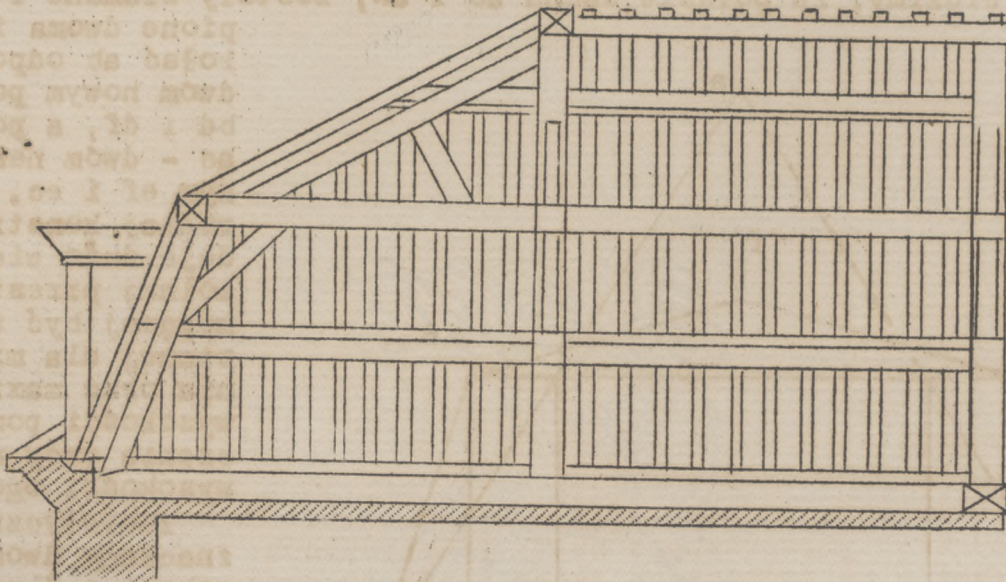
Rys. 72



Rys. 73

Spotykamy jeszcze trzeci rodzaj dachu mansardowego, bardzo mało różniący się od pokazanego na rys. 72. Zmiana polega na tym, że

zamiast na cztery części, dzielimy okrąg koła opisanego na rozpiętości budynku na pięć części /Rys.73/. Otrzymane punkty łączymy w ten sposób, że 0-1-4-5 tworzą właściwe poddasze, zaś 1-a-4 poddasze ślepe albo fałszywe.



Rys.74

Przekrój poprzeczny

Rysunek 74 przedstawia nam podłużny i poprzeczny przekrój takiego wiązania mansardowego. Jest to typ najczęściej spotykany w kamienicach miejskich, natomiast schemat uwidoczniiony na rysunku 71 stosuje się w willach i domkach jednorodzinnych.

Mansardy przedstawione na schematach 72 i 73 nie mają specjalnych zalet lub wad. Schematy te różnią się między sobą albo chęcią uzyskania największej możliwej wysokości mansardy /np.rys.71/ lub - ze względów estetycznych - najniższej wysokości mansardy /Rys.73/.

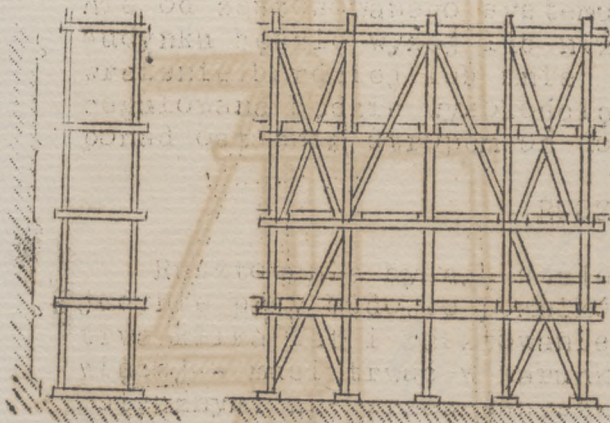
Wysokość użytkowa mansard może być zawsze jednakowa, niezależnie od zastosowanego systemu, z tą tylko różnicą, że ogólny gzyms budynku będzie wyżej lub niżej osadzony, a sam dach będzie robił wrażenie bardziej lub mniej kopiastręgo. Wysokość użytkowa mansardy regulowana będzie wysokością trempla. Trempel jest to część muru ponad ostatnim stropem aż do wierzchu gzymsu.

### RUSZTOWANIA

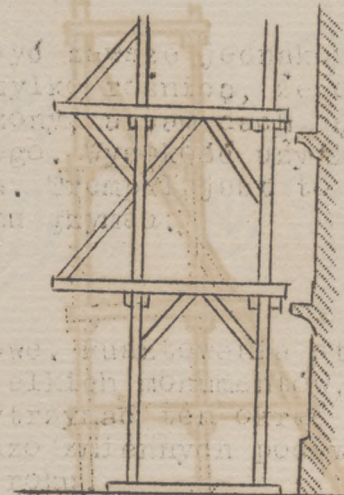
Rusztowania bywają stałe i czasowe. Rusztowania stałe używamy jedynie przy budowie pomników lub wielkich monumentów, gdzie budowa trwa kilka lat i rusztowanie musi wytrzymać ten okres czasu, a co więcej - musi trwać w warunkach bardzo zmiennych pod względem klimatycznym, np. przez wszystkie pory roku.

Rusztowania czasowe są to wszelkiego rodzaju szalowania, służące do wykonania danej konstrukcji jak stropów, słupów, belek, podciągów i t.p. Rusztowania do wykonania otynkowania elewacji są już rusztowaniami mniej więcej stałymi, gdyż okres trwania robót może być roczny a nawet dwuletni, w szczególności jeśli chodzi o wykładanie elewacji szlachetnym kamieniem lub płytkami ceramicznymi.

Rusztowania te są zazwyczaj bardzo proste i składają się z długich "szteandarów", słupów ustawianych możliwie najbliżej budowanego obiektu oraz poprzecznych belek i krzyżulców. Szteandary ustawiane są parami w odległościach jeden i pół do dwóch metrów, jedna para od drugiej, a następnie łączone belkami podłużnymi i poprzecznymi. Celem usztywnienia rusztowania dajemy w pewnych odstępach krzyżulce. Są to zazwyczaj zwykłe deski, które przybijamy do szteandarów.



Rys. 75



Rys. 76

Rys. 75 przedstawia nam typowe rusztowanie stałe, budowane przy każdym niemal domu do wykonania wyprawy budynku lub licowania, albo innych spraw związanych z budową domu.

Rys. 76 przedstawia nam przykład innego rodzaju rusztowania z różnymi poprzecznymi usztywnieniami.

# ROBOTY CIĘSTELSKIE

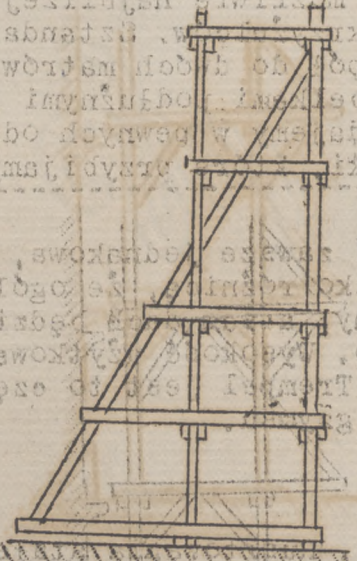
Każde rusztowanie powinno być wykonane cokolwiek wyżej, niż zamierzona budowa, a jeśli chodzi o rusztowania dla wind ciężarowych, to powinno być ono co najmniej o 1 m wyższe od wierzchu gzymsu kołowego tego budynku. W trakcie budowy zazwyczaj rusztowania musi być umocowane do budynku, aby się zabezpieczyć przed ewentualnym wywróceniem go na bok w kierunku zewnętrznym od budynku.

Umocowania te są tym bardziej potrzebne, że spełniają one rolę przeciwwagi, gdy za pomocą bloków wcigamy na rusztowanie materiały do pracy potrzebny jak wapno, cement, cegły i t.p. Bloki zazwyczaj są mocowane na beleczkach wystających na zewnątrz rusztowania.

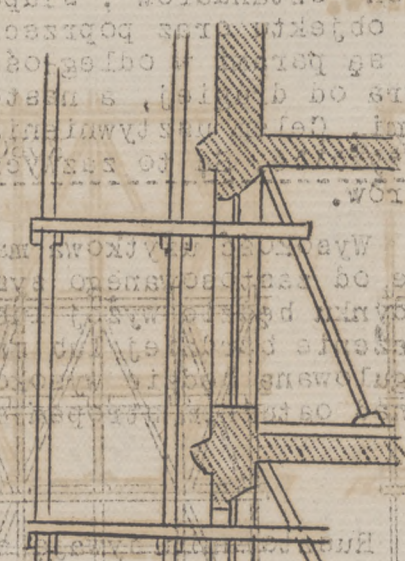
Przy fasadach wykładanych kamieniem szlachetnym, gdzie nie mamy punktów, do których moglibyśmy przymocować rusztowania, używamy innego rodzaju rusztowań, których konstrukcja sama w sobie może się przeciwstawić działaniom sił wywracających, powstających ewentualnie pod wpływem wciąganych ciężarów. Typ takiego rusztowania przedstawia rysunek 77. Ten rodzaj rusztowania używamy również przy odnawianiu elewacji, o ile dysponujemy dostateczną ilością miejsca przed odnawianą elewacją.

W wypadkach, gdy mamy do czynienia z istniejącą elewacją i przeprowadzamy remont generalny a nie dysponujemy dostateczną ilością miejsca przed elewacją, wówczas używamy oparcia nie osłama elewację, lecz budujemy rusztowanie w ten sposób, że związujemy go z budynkiem od wewnątrz.

Rys. 78 jest takim przykładem rusztowania, stosowanego w specjalnym wypadku.



Rys. 77



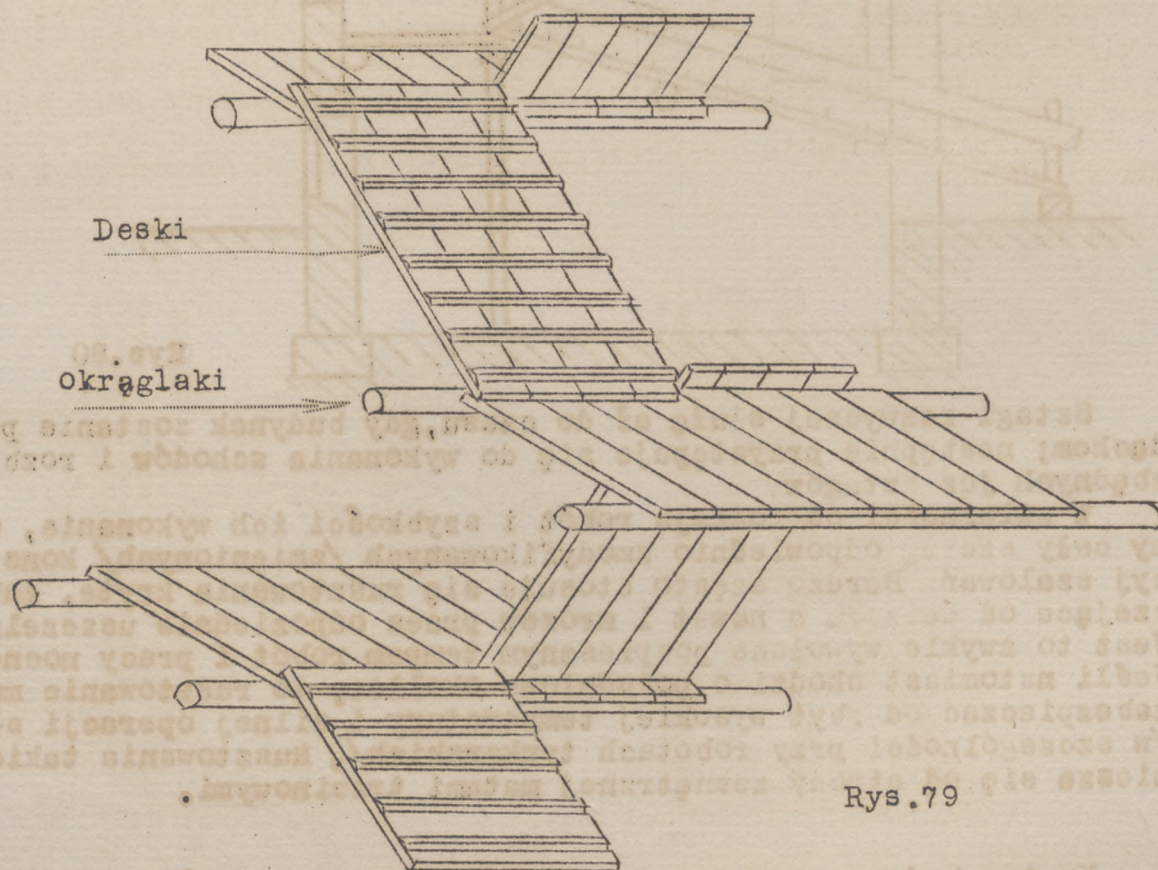
Rys. 78

Oczywiście, że przykładami tymi nie wyczerpaliśmy całości zagadnienia, jednak mogliśmy się zapoznać z zasadniczymi cechami towarzyszącymi danym wypadkom, wynikającym przy urządzaniu rusztowań.

Rusztowania są nie zawsze pionowe; bardzo często spotykamy ruszto-

wania poziome, służące do reparacji łuków i sklepień, lub do wykonania malowideł i rzeźb na stropach i sklepieniach budowli. Oczywiście jest, że na podobnie skonstruowanych sztandarach układamy podłogę na przestrzeni potrzebnej nam do pracy. Często w takich wypadkach posługujemy się wieżami ruchomymi na kółkach /przykład stałego rusztowania, lecz dającego możliwość zmiany miejsca bez rozbiierania go/, które łączymy w górze odpowiednimi pomostami. Ten rodzaj rusztowania używamy bardzo często przy robotach konserwatorskich w kościołach i innych gmachach, gdzie nie można zajmować pod rusztowanie całej przestrzeni odnawianego pomieszczenia, lub gdy np. użytkowanie tych gmachów nie może być przerwane na dłuższy okres czasu, lecz musi funkcjonować na et w czasie trwania robót konserwatorskich czy odnawiania.

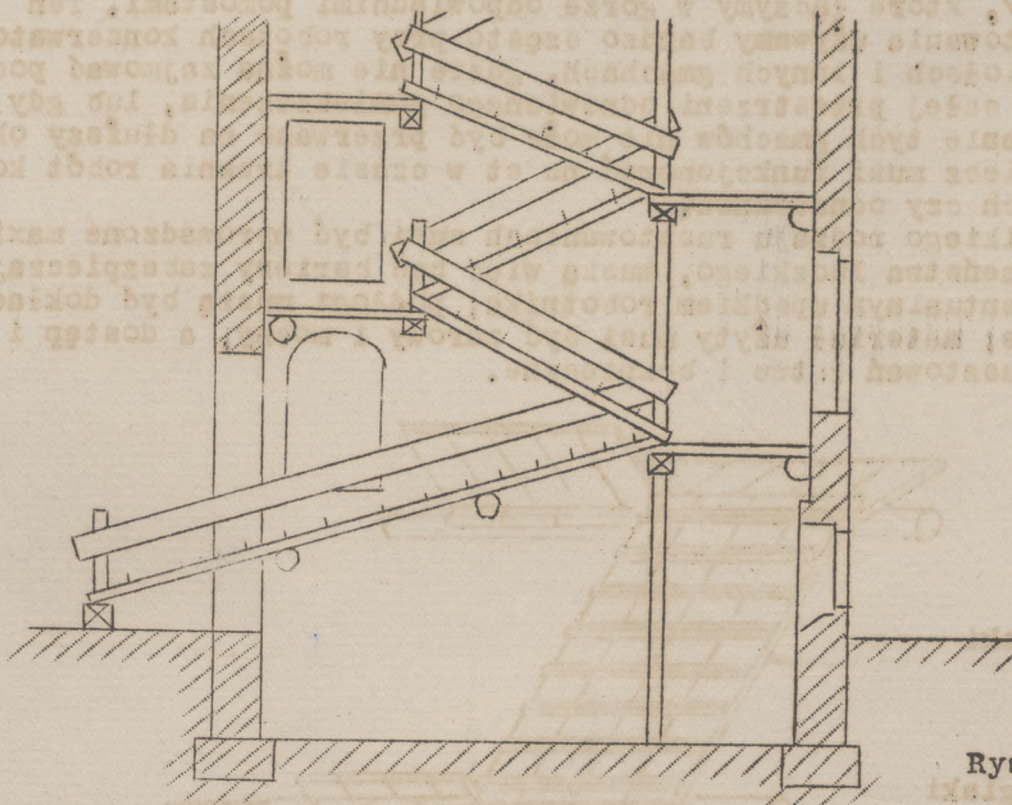
We wszelkiego rodzaju rusztowaniach musi być wprowadzone maksimum bezpieczeństwa ludzkiego, muszą więc być bariery zabezpieczające przed ewentualnym upadkiem robotnika; podłogi muszą być dokładnie układane; materiał użyty musi być zdrowy i mocny, a dostęp i zejście z rusztowań łatwe i bezpieczne.



Rys. 79

Najczęściej na budowach dostęp na rusztowania jest wykonany za pomocą "sztagów", które również służą jako dostęp z piętra na piętro. Sztagi są to równie pochyłe z nabitymi na nie poprzecznie szczeblami. Wygląda to jak prymitywne schody. Na rys. 79 widzimy

typowy przykład komunikacji pionowej za pomocą sztagów. Na wyprowadzonych już murach, najczęściej tam, gdzie mają być w przyszłości schody, układamy okrągłaki, a na nich kładziemy "sztagi". Rys. 80 uwidacznia nam przekrój takiego rusztowania zwanego sztagami.



Rys. 80

Sztagi zazwyczaj służą aż do czasu, gdy budynek zostanie pokryty dachem; następnie przystępuje się do wykonania schodów i rozbiórki zbędnych już sztagów.

W zależności od rodzaju robót i szybkości ich wykonania, używamy całego szeregu odpowiednio zmodyfikowanych /zmienionych/ konstrukcji szalowań. Bardzo często stosuje się rusztowania kryte, zabezpieczające od deszczu a nawet i mrozów przez odpowiednie uszczelnienie. Jest to zwykle wywołane pospiesznym tempem robót i pracy nocnej. Jeśli natomiast chodzi o południowe okolice, to rusztowanie musi zabezpieczać od zbyt wysokiej temperatury i silnej operacji słońca /w szczególności przy robotach tynkarskich/. Rusztowania takie zabezpiecza się od strony zewnętrznej matami trzciniowymi.

Na tym kończymy roboty ciesielskie pamiętając, że zasadniczo wyżej podane cechy odnoszą się do każdej konstrukcji ciesielskiej, a dobór ich lub ewentualne zmiany zależą od warunków i rodzaju pracy, jaką mamy wykonać.

--00--



typowy przykład komunikacji pionowej za pomocą sztagów. Na wyprowadzonych już murach, najczęściej tam, gdzie mają być w przyszłości schody, układamy okrągłaki, a na nich kładziemy "sztagi". Rys.80 uwidacznia nam przekrój takiego rusztowania zwanego sztagami.



Rys.80

Sztagi zazwyczaj są montowane na dachem; następnie przysuwamy je do potrzebnych już sztagów.

W zależności od rodzaju robót wykonujemy cały szereg odpowiednich konstrukcji szalowań. Bardzo ważnym elementem jest zabezpieczenie od deszczu a następnie od wiatru. Jest to zwykle wywołane przez odpowiednie zabezpieczenie. Jeśli natomiast chodzi o zabezpieczenie od zbyt wysokiej temperatury /w szczególności przy robocie w słońcu/ rusztowania takie zabezpiecza się od strony zewnętrznej matami trzcinowymi.

Wielki bryk zostanie pokryty matami trzcinowymi i rozbiórki.

W zależności od rodzaju robót wykonujemy cały szereg odpowiednich konstrukcji szalowań. Bardzo ważnym elementem jest zabezpieczenie od deszczu a następnie od wiatru. Jest to zwykle wywołane przez odpowiednie zabezpieczenie. Jeśli natomiast chodzi o zabezpieczenie od zbyt wysokiej temperatury /w szczególności przy robocie w słońcu/ rusztowania takie zabezpiecza się od strony zewnętrznej matami trzcinowymi.

Wielki bryk zostanie pokryty matami trzcinowymi i rozbiórki.

Na tym kończymy roboty ciesielskie pamiętając, że zasadniczo wyżej podane cechy odnoszą się do każdej konstrukcji ciesielskiej a dobór ich lub ewentualne zmiany zależą od warunków i rodzaju pracy, jaką mamy wykonać.

--00--