



POCZĄTKI  
ARCHITEKTURY.



*Dozwala się drukować z warunkiem, aby po wydrukowaniu złożo-  
ne były trzy exemplarze w Komitecie Cenzury. Wilno d. 14 wrze-  
śnia 1829 roku.*

Cenzor LEON BOROWSKI.

ARCHEWIZYJNY



306295

POCZĄTKI  
ARCHITEKTURY

DLA UŻYTKU MŁODZI AKADEMICKIÉY

N A P I S A N E

P R Z E Z

K. PODCZASZYŃSKIEGO,

PROFESSORA ARCHITEKTURY W CESARSKIM UNIWERSYTECIE  
WILEŃSKIM.

CZEŚĆ II. 2

*Z SIEDMNASTĄ TABLIC NA MIEDZI RYTYCH.*

---

W W I L N I E

W DRUKARNI A. MARCINOWSKIEGO.

1 8 2 9.





306295

K. 2669/59



## CZEŚĆ WTÓRA.

### CZŁONKI BUDOWLI.

---

1. Sklepienia, stropy, i wszelkie nakrycie objętej budowlą przestrzeni, słupy, ściany, a w nich więzy i otworzystości, oraz wszelkie podpory, na których wspiera się nakrycie, nazwalimy w części pierwszej (24) *członkami budowli*. Członki budowli z *iey pierwiastkow* powstają, i same nawzajem są iakby pierwiastkami zupełney całości.

A iako każdy zosobna pierwiastek, w różnych członkach budowli użyty, jednaka wszędzie usługę spełnia, to iest: wszędzie opiera się siłom nań działającym, mocą swojego spoienia, wielkością, postacią i względniem do sił położeniem; tak też podobnie każdy zosobna członek, w różnych budowlach iednacie zawsze ma przeznaczenie. I tak: strop zawsze do pokrycia, słupy do podparcia, a okna do wprowadzania światła są przeznaczone. To ogólne, każdemu członkowi właściwe przeznaczenie; a ku temu przystoyną iego postać i wielkość, im odpowiednie warunki mocy i trwałości, stąd sposoby budowania i niekiedy przyozdobienia, odrębnie uważać możemy, a nawet powinniśmy, dla dobra nauki. Skoro bowiem wszystkie te względy wprzód, nim przystąpimy do składania budowli, poznane w iey członkach zostaną; wy-



puścić ie z myśli będziemy mogli, aby nas nie odwracały od istotnego w kompozycyi zamiaru. Tak właśnie tu, w części wtórey, czynimy: gdzie o członkach budowli mówiąc, własności wątku budowlanego i sposobów iego łączenia zaniedchawszy, uważamy tylko przeznaczenie, postać, moc, budowanie i przyozdobienie: naprzód pokrótce wszystkich spółem członków, a potem obszerniéy każdego zosobna.

*Wszystkie członki budowli razem uważane.*

Przeznaczenie członków.

2. Wszystkie członki budowli, ze względu na ich główne przeznaczenie, rozdzielamy na *pokrywaiące przestrzeń*, i *podpieraiące nakrycie budowli*. Do rzędu pierwszych należą sklepienia, stropy, dachy i t. p.; do rzędu drugiego słupy, podpory i ściany ze swemi częściami.

Postać i moc.

3. Wszystkie członki budowli w ogólności są przez się bryłami ciężkimi, a do tego obciążonemi brzemieniem innych, łączących się z niemi. Ciężar własny i obcy, który znoszą, usiłuię wygiąć ie, skruszyć i obalić, a działa nie tylko na tę iednę *podstawę*, z którey oporem bezpośrednio się spiera (C. I, 98), ale oraz na wszystkie podstawy, prowadzone, w témże samém, iak ta, do kierunku siły, położeniu. Potrzeba zatém, aby każda z tych płaszczyzn materyalnych, miała rozciągłość taką, przy któreyby, mocą spoienia i ilością swoich cząstek zbiorowych, opierać się mogła potędze siły, przypadaiący w tém mieyscu, przez które owę podstawę poprowadzoną bydz sądzimy. Przeciwnko potędze sił, która w budowlach, pospolicie iest skutkiem ciężaru iey członków, stawiamy ilość i moc spoienia cząstek wątku budowlanego. A że



do każdej roboty, z umiejętną skrętnością używać powinniśmy materiału: albowiem zbyt słaby jego opór pokonanym zostanie, a nad potrzebę wielki, byłby siłą marnie straconą: przeto wielkość i postać, a oraz moc spoienia każdej owej płaszczyzny, a zatém i postać całej bryły, zawsze taka tylko, przy równych skądinąd względach, naydoskonalszą będzie, pod jaką postacią, każde iey miejsce wytrzymaie z równą mocą działanie siły, na to miejsce przypadającej; albo raczej: *kiedy w bryle stosunek oporu do siły dążącej go pokonać iest stały i niezmienny w każdym iey miejscu*. Bryły obdarzone taką własnością nazywamy bryłami równego oporu (\*). Nadając tedy członkom budowli postać i inne własności brył równego oporu, czynimy zadosyć dwóm razem warunkom: trwałości połączoney z mocą i oszczędności, ile te od postaci zależeć mogą (C. I, 11). Oszczędności osobliwie; bo taką postacią obięta bryła, mnieyszą iest, niżeli każda inna, mająca z nią, przy równych skądinąd względach, iednaką moc i trwałość (\*\*). Ze zaś bryły równego oporu, nieskończenie wielką liczbę różnych postaci mieć mogą (\*\*\*): przeto każdego członka budowli postać, do przeznaczenia iego, mocy wiatku i innych warunków, nayprościej dobierając, można oraz uczynić postacią bryły równego oporu, albo ją do niey raczej przybliżyć, ile tego rzecz sama dozwoli.

4. Rzadki iest członek budowli, którego bym nie mógł Budowanie.

(\*) GIRARD. *Traité analytique de la résistance des solides et des solides d'égale résistance*. Section 2me.

(\*\*) Ibid. n. 171.

(\*\*\*) Ibid. n. 130.



z kamienia, drzewa, albo z metallu zrobić. Wszakże przeznaczenie członka w budowli, to iest, warunki szczególne w zadaniu objęte, zawsze wyraźnie lub domyślnie wskazywać mi będą naywłaściwszy rodzaj użyć się mającego wiatku, iużto wciąż, iuż do budowania niektórych tego członka części. Tak tedy, skoro w pewnym przypadku, warunki z przeznaczenia pochodzące, wskażą mi właściwy rodzaj materyału; zpomiędzy sposobów, natenczas, użycia iego, czyli budowania, w pewney iuż liczbie zamkniętych, łatwo mi będzie można wybrać naykorzystnieysze.

Przyozdobienie.

5. Naostatek, ieśli przeznaczenie iakiey budowli wymaga od sztuk obrazowych przybraney okrasy; tedy ta, oprócz spełnienia warunków ogólnych (C. I, 21), zależeć ieszcze będzie: *Naprzód*, od materyału i sposobu budowania. *Powtóre*, od postaci i położenia względem oka zdobionych członków, albo ich części. *Potrzebie*, inna będzie członków zewnętrznych, iako na niepogody powietrza i rychło przemiiające widzenie wystawionych, inna zaś wewnętrznych, zbliżka, często i długo pod sąd oka podpadających. Nakoniec, w rzeczy przyozdabiania budowli, przez mistrzów tej sztuki wyrzeczone, następujące zdanie w żywey pamięci zawsze tkwić nam powinno. „Skoro myśl (mówią oni) przyozdabiająca odstrychnie się od myśli budowania i niezgodnie z nią działać będzie; naówczas dzieło iey stanie się „grą samych niedorzeczności i przeciwności: nietylko, „poprzetwarza istotne formy budowli, lecz nawet zupełnie „zatrzeć ie gotowa.” (\*).

(\*) PERCIER et FONTAINE. Décorations intérieures. Discours prélim.



## KSIĘGA I.

### O CZŁONKACH BUDOWLI, PRZESTRZENI I JEJ NAKRYWIAJĄCYCH.

6. Ponieważ członki podpierające wierzch budowli są wypadkiem i nieiako skutkiem tych członków, które na sobie dźwigają; przeto nie inaczej dobrze ukształtowane być mogą, tylko poznavszy należyte w tamtych wielkość siły, i sposób iey działania. Od poznania więc członków nakrywających budowlę, tę część nauki począć, osądziłiśmy być rzeczą właściwą, i o nich mówić w tym porządku, w jakim iedne pod drugimi leżą; mimo to, że wszyscy o Architekturnie piszący, w porządku naszym odwrotnym naukę tę podają, to iest, w takim, w jakim się różne członki, iedne pod drugich budują.

7. Każdy wierzch budowli, iako bryła graniasta i ciężka, naybezpieczniej na swojej podstawie legnie, kiedy ta będzie poziomą i niezwruszenie utwierdzoną płaszczyzną; a tym wytrwalszym będzie pod własnym ciężarem, im większą liczbą punktów dotyka się płaszczyzny, na której leży. Ale, gdy każdy wierzch budowli, z przyczyny swojego przeznaczenia, ma być w wielkiej części zawieszonym w powietrzu; przeto całą swą obszernością podstawy dotykać się nie może, a tylko brzegami na niey opierać się będzie. Wtedy więc naylepiej go usadowimy, kiedy cały iego ciężar na pew-

Ogólne warunki wszelkiego nakrycia.



na liczbę punktów dotknięcia, równo na każdy, rozdzielimy. Ten iednostayny rozkład ciężaru nayłatwiey da się uskutecznić, kiedy układ części iego ciężących symetrycznym uczynimy (C. I. 7).

Nadto, bryła każda pozioma, mająca końce z góry dobrze przyciśnione, ma przynajmniej dwa razy tyle mocy, ileby miała też sama, wolno końcami na podporach wsparta (C. I, 102); a zatém nakrycie płaskie zawsze mocniejszém będzie, kiedy ma swe brzegi naciśnione takim przynajmniej ciężarem, jaki iest części iego nad przestrzenią wiszący.

Naostatek, gdy te części nakrycia wiszące i niezem niepodparte, w różney od podpor nayduią się odległości, różney przeto grubości bydź muszą, kiedy cała pokrywa iest bryłą iednorodną i ma bydź ieszcze bryłą równego oporu.

Postęp przemyślu w doskonaleniu nakrycia budowli.

Tablica I.  
Wzory 1. 2. 3.

Wzór 4.

Wzór 5.

8. W starożytnych indyjskich i egipskich budowlach nie dostrzegamy innych, prócz tych oto kilku sposobów nakrycia. Raz ciosu bryła, gdyby wieko iakie, leży poziomie na ścianach albo na podporach osobnych. (Tab. I, wzory 1. 2. 3). Drugi raz dwa głazy pod kątem zetknięte spierając się, nakrywają przestrzeń; iakto iest nad weyściem do wielkiej egipskiej piramidy. (wzór 4). Niekiedy brzegi wielu głazów, warstami na sobie kładzionych, dopóty z obu stron iedne nad drugimi wewnątrz występują, aż występami swemi miejsce całkiem pokryją; i tak właśnie uczynione iest nakrycie wewnętrznego przechodu w teyże wielkiej piramidzie. (wzór 5). Gdzie indziej krawędzie wystających nad sobą kamieni okrzesywali Egipciianie, zamieniając ie na powierzchnię ciągłą i krzywą iakby podniebienie kołowego sklepie-



nia. (wzór 6). Ile więc razy budownikom indyjskim i egipskim zdarzyło się obszerną przestrzeń nakrywać, a tych, znanych sobie wówczas, sposobów użyć nie mogli, dla ogromności budowli kamiennych, któreby koniecznie w skład budowli obszernej, do nakrycia i podparcia, wprowadzić powinni byli, tylekroć wydrożali raczej opoczyste góry, i w nich, przez wypróżnienie masy kamiennej, budowle tworzyli.

Wzór 6.

Grecy, jeżeli nie drzewem, to podobnież, iak Egipcyanie, głazami nakrywali swoje budowle, iużto iedną płytę nad całą przestrzenią kładąc, iużto kilka brusów kamiennych miasternie i symetrycznie płazem na sobie składając; iużto nakoniec między brusami dawali z płyt cienne przepony; a zawsze prawie dla ulżenia ciężaru, mieysca w pokryciu nad przestrzenią wiszące rzeźbą wycieńczali. Mamy tych różnych sposobów greckiego nakrycia w zabytkach budowli attyckich wyraźne przykłady, iakoto: sposobu pierwszego w nakryciu *kaneforowego* przysionka w świątyni Minerwy Poliady; drugiego, w nakryciu pewnego grobowca w Mylasa (wzór 7); trzeciego, na stropie kamiennym krużganku Tezeuszowego kościoła w Atenach (wzór 8); gdzie część rzutu poziomego *A*, z dołu, część zaś *B*, z góry widok stropu okazuje.

Wzór 7.

Wzór 8.

Rzymianie, przejąwszy sposoby budowania od starożytniejszych względem siebie narodów, używali także płyt i brusów ciosowych na małe pokrycia sposobem greckim; ale do nakrywania rozleglejszych przestrzeni, naylepiej się im nadał przewyborny Etrusków wynalazek: składania kli-



niasto ociosanych kamieni w obłączyste sklepienia, które potem ze wszelakiego kamiennego wątku przedziwnie robić umieli. Wynalazek ten etruski, Rzymianie do wysokiego stopnia doskonałości przywieśli i roznieśli go całym, sobie znanym świecie. Odmienił on postać Architektury i budowlom rzymskim sklepionym, nadał znamie całkiem ie różniące od indyjskich, egipskich i greckich nawet. Przykład sklepienia naydawniejszego na świecie mamy w Rzymie, w pokryciu mieyskiego ścieku (*cloaca maxima*), który przez rzemieślników etruskich za panowania Tarkwiniusza I<sup>go</sup> zbudowanym został.

## R O Z D Z I A Ł I.

## S K L E P I E N I A.

Opisanie skle-  
pienia.

9. Sklepienie, we właściwie określonym znaczeniu wzięte, iestto kamienna, kabłąkowata pokrywa budowli, złożona z części, które dla swej postaci kliniastej, położenia, ciężaru, tarcia, i mocy wiążącej, w zaprawie lub żelazie; dla tych wszystkich razem połączonych przyczyn, albo niektórych tylko, utrzymują się zawieszzone nad przestrzenią.

Może bydz nakrycie budowli z pozoru do sklepienia podobne, a niem w istocie nie bydz, kiedy nie da się zupełnie w témto opisanu zawrzeć; iak iest naprzykład iednokamienne wieko pomnika w Atenach, znanego pod nazwiskiem *Latarni Demostenesowéy*. Wzór 9. Także baniasty i z iednego kamienia wierzch na kaplicy grobowey matki Teo-

Wzór 9.



doryka w Rawennie, służy za drugi przykład podobnego przypadku. Wzór 10 (\*).

10. Wewnętrzną czyli wklęsłą powierzchnię sklepienia nazywamy *podniebieniem* (intrados), zewnętrzną czyli wypukłą, *grzbietem* (extrados).

Wzór 10.

Ogólna postać sklepienia.

Postaci wszystkich znaiomych nam sklepień przez dostateczne opisanie podniebienia i grzbietu, dokładnie oznaczyć się daią. Każda z tych dwóch powierzchni, w ogólności mówiąc, może być płaszczyzną albo powierzchnią krzywą. Nadto, sklepienia są wciąż iedney grubości (extradossées d'égalé épaisseur), to iest: mające grzbiet równoległy swemu podniebieniu. Są także, co mają podniebienie płaskie, a grzbiet wypukły, inne grzbiet płaski, a podniebienie wklęsłe, inne grzbiet wypukły, podniebienie wklęsłe; i iużto mają grubość większą u wierzchołka iuż przy swey nasadzie. Prócz tego, sklepienie bydz może *półokręgowe* (en plein cintre), gdy podniebienie iego będzie utworzone półokręgiem koła; *splaszczone* (surbaissée), albo *podniosłe*, (surhaussée), kiedy strzała łuku tworzącego podniebienie iest mniejszą albo większą od połowy cięciwy tegoż łuku (\*\*).

11. Prawidło ogólne kamienniczego rzemiosła wymaga, iżby w sklepieniowych klinach ściany spoięń i łożyska warst czyniły z powierzchnią podniebienia kąty przyległe, sobie równe; przeto w sklepieniu, którego podniebienie iest pła-

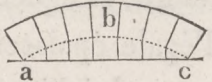
Sklepienie płaskie.

(\*) Średnica pokrywy latarni Demostenesowey nie ma więcej nad 5½ stopy. Średnica pokrywy na Teodorykowej kaplicy z iedney bryły istryjskiego kamienia wykatey, iest w świetle stóp 34 czyli 17 łokci litew.

(\*\*) Strzałą łuku nazywamy wysokość łuku, czyli prostopadłą do cięciwy tegoż łuku, ze środka iey wprowadzoną.



szczyzną poziomą, spoienia tylko do niej pionowe, zadosyćby czyniły temu warunkowi; zaczém, w sklepieniach płaskich osobne kamienie nie miałyby postaci kliniastej, ale też iey nie mając, nie mogłyby się wzajemnie utrzymać. Dla tego w płaskim sklepieniu przymuszeni jesteśmy wykra-  
czać przeciwko prawidłu ogólnemu: nadając spoieniom klinów sklepienionych, pewną pochyłość, i czyniąc je węgielnemi, nie już do podniebienia, lecz do nakreśloney i myślą poprowadzonej powierzchni krzywey, iaką jest *abc*

a od tej dopióro, pionowo je do płaskiego podniebienia przedłużamy. Tak tedy część  ta, między łukiem a podniebieniem zawarta, będzie zawsze obciążeniem i tylko nie użytecznym jego ciężarem. Gdyby do tego tarcie między dotykającemi się ścianami klinów, moc wiążąca zaprawy i żelaznych prętów, których do takich sklepień statecznie używamy, nie utrzymywały ich siłą większą, niż jest dążenie do upadku; tedy sklepienia płaskie nigdyby się w całości ostać nie mogły.

Dla tych to nieprzyzwoitości, sklepień płaskich do nakrycia przestrzeni nie używamy, a tylko do robienia pasow wązkich, które zastępują miejsce płatew i brusow kamiennych, kiedy ich całkowitych mieć nie możemy. Słowem, płaskich, tak nazwanych sklepień, w rzędzie nawet sklepień nie policzamy.

Sklepienia po-  
iedyncze.  
Wzór 11.

12. Jeżeli pewnego sklepienia podniebienie uważać można iak gdyby utworzone było przez posuwanie się łuku linii tworzącej, równoległe do płaszczyzny stałego położenia, po kierownicy prostej poziomej i do owej płaszczyzny pro-



stopadłej; podówczas, sklepienie, którego tak utworzona powierzchnia jest podniebieniem, zowiemy *kolébkowatém*. (voûte à berceau). Wzór 11.

Gdy zaś kłosa albo oś takiego sklepienia nie jest pozioma, lecz pod pewnym do poziomu kątem nachyloną, wówczas sklepienie zowie się *kolébką stoczystą* (descente). Wzór 12.

Kiedy ta krzywa liniia tworząca, posuwając się równolegle do pionowej płaszczyzny, przebiega łuk drugiey linii krzywey za kierownicę wziętey, i leżącej na płaszczyźnie także pionowej, lecz do pierwszej prostopadłej; natenczas sklepienie, którego tak utworzona powierzchnia jest podniebieniem, zowiemy *zaglastem*. Wzór 13.

Gdy podniebienie sklepienia jest częścią ostrokregowey powierzchni, sklepienie takie zowie się *ostrokregowém*.

Jeżeli podniebienie sklepienia jest powierzchnią, która byź może opisaną przez zupełny obrót łuku linii krzywey tworzącej, około strzały pionowej sklepienia, za oś obrotu wirowego wziętey; tedy sklepienie, którego tak utworzona powierzchnia jest podniebieniem, nosi imię *bani kołowéy* (dôme à base circulaire, cul-de-four). Wzór 14.

Jeżeli osią obrotu wirowego nie jest strzała łuku tworzącego, lecz inna liniia prosta od strzały równoległa, na iedney z nią płaszczyźnie, ale całkiem zewnątrz łuku poprowadzona; natenczas, gdy powierzchnia utworzona przez zupełny obrót linii bieżącej jest podniebieniem sklepienia, takie sklepienie zowie się *obrączkowatém* (annulaire). Wzór 15.

Jeżeli nakoniec podniebienie sklepienia jest powierzchnią



kosą, sklepienie też kosém zowiemy. I tak, naprzykład: jeżeli po linii skreću na powierzchni walca nakreślonej i po osi tegoż, lub po powierzchni wewnętrznego walca przenosi się następnie linia prosta, od podstawy do osi, a statecznie równoległa; powierzchnia przez nią utworzona będzie kosą ostrokągowatą, a jeżeli jest podniebieniem sklepienia, sklepienie też *kososkrętowém* nazywać się może. Wzór 16.

Dotąd opisywane sklepienia zowią się pojedynczemi dla różnicy od następnych, które są z nich złożone.

Sklepienia  
złożone.  
Tablica II.

15. Sklepienia złożone powstają z przenikania się wzajemnego kilkunastu pojedynczych sklepień, i tak: sklepienie *krzyżowe* (voûte d'arête) i *kopankowate* (à arc de cloître) powstają obadwa z przecięcia się dwóch sklepień kolebkowatych. Aby należycie wyobrazić postać tych sklepień; wystawmy sobie w myśli dwa połowiczne walce kołowe, równych średnic, tak przenikające się nawzajem, iżby ich osi poziome krzyżowały się pod kątem prostym. Powierzchnie tedy obudwóch tych walców, w miejscu wspólnego przenikania się, rozdziela się na ośm powierzchni trójkątnych: cztery sobie równe i podobne zewnętrzne i cztery sobie także równe i podobne wewnętrzne. Jeżeli cztery pierwsze razem wzięte są podniebieniem sklepienia, takie sklepienie nazywa się *krzyżowém*, (Tablica II. wzór 1). I znowu, jeżeli cztery drugie razem składają podniebienie sklepienia, takie sklepienie zowiemy *kopankowatém*. Wzór 2.

Wzór 1 i 2.

Sklepienia kolebkowate, baniaste i kopankowate, bywają często przecięte prostopadłe do swych kierownic albo osi, pewną liczbą kolebek małej średnicy. Nazywamy *wylo-*



*tami* sklepienia (lunettes), części tych małych kolébek, które przecinaią sklepienie wielkie, i nawzajem od niego są przecięte. Oś kaźdey małej kolébki do styczney łuku rodzącego podzielenie wielkiego sklepienia równoległą bydź powinna, gdyż taki wylotów kierunek miany iest za najlepszy.

Wzór 3 wyobraża sklepienie kopankowate przy swej nasadzie, wylotami wkoło przedziurawione.

Wzór 3.

Kiedy podstawa sklepienia baniastego nie iest kołem, lecz wielobokiem, wówczas podniebienie sklepienia będzie się składało z powierzchni trójkątnych, których krawędzie zeyścia się albo są wpadłe, iak w sklepieniu kopankowatém, albo wystaiące, iak w krzyżowém; to iest: w pierwszym razie sklepienie będzie wielościenne kopankowate, w drugim wielościenne krzyżowe, albo raczey w tym ostatnim przypadku, złożone iest z wielu płatków sklepienia żaglastego. Obadwa te sklepienia wyobrażone są na wzorze 4<sup>m</sup> pod literami *A* i *B*.

Wzór 4.

Wyobraźmy teraz podniebienie bani kołowej, postawione na płaszczyźnie poziomey, i przetniemy ie powierzchniami dwóch półwalców kołowych, równych średnic, i tak położonemi, iżby ich osi mięszały się z dwiema średnicami, prostopadle do siebie poprowadzonemi w kole, służącym za podstawę bani. Niech nadto, średnice kół tworzących walce będą równe bokom kwadratu, w podstawę bani wpisanego. Po takim odcięciu czterech odkrawkow z podniebienia bani, pozostała część tey powierzchni, składać się będzie z odkrawka baniastego u wierzchu i czterech u spodu

Wzór 5.



trójkątnych baniastej powierzchni płatków. Sklepienie, które tę ostatnią powierzchnię ma za podniebienie, nazywamy sklepieniem *chełmiastém* (pendentif). Wzór 5.

Wzór 6.

Wzór 6 wyobraża sklepienie *gockie* czy *strzałkowe* (voûte en ogive). Sklepienia strzałkowe są prawie zawsze sklepieniami krzyżowemi. Postać swą podniosła, biorą od dwóch ją tworzących łuków koła, lecz zawsze takiego koła, którego promień nie jest mniejszym od połowy cięciwy sklepienia. Sklepienie strzałkowe składa się pospolicie z *żył* (nervures) wydatnych po krawędziach, brzegach i pośrednie prowadzonych, tudzież ze wklęsłych pomiędzy niemi *trójkątnych płatków* (pendence).

#### NAUKA O RÓWNOWADZE I PARCIU SKLEPIEŃ.

Na czém zależy wewnętrzna równowaga sklepienia?

14. Jakiegokolwiek będzie podniebienie sklepienia, zawsze ściany spoieńi łożyska sklepieniowych klinów czyli *klińców*, (voussoire) powinny być węgielnemi do tej wewnętrznej powierzchni. To prawidło w przyciosywaniu klińców bardziej jest istotném, niż rozdział całej wewnętrznej powierzchni na równe sobie cząstkowe ich podniebienia. Albowiem takie tylko klińce, mając we wzajemném przyleganiu kąty bryłowe równe, mogą mieć opór iednaki i iednako przelewać swój ciężar z iednego na drugi, począwszy od leżącego najwyżej, który się mianuje *zamkiem* lub *zwornikiem* sklepienia (clef), aż do najniższej, na płaszczyźnie poziomej leżącej bryły, która się zowie *wieżgłowiem* sklepienia; a której tu nie będziemy już uważali za należącą do sklepienia, ale raczej do jego podstawy.



Każdy z osobna kliniec ciężarem swoim usiłuje odeprzeć te klince, z którymi się styka; a to usiłowanie w każdym jest odmienne, iako w leżącym na płaszczyźnie odmiennej pochylności, zawieszony od miejsca i linii tworzącej podniebienie (\*).

Sklepienie, oprócz siły własnego ciężaru, dotknięte jeszcze byź może obcemi siłami. W tym razie, mając wysle-

(\*) Nadto, różne to ich działanie jest tylko skutkiem odmiennego położenia, gdy klince są równy objętości czyli równego ciężaru. I tak naprzykład: w sklepieniu kolebkowatém półokręgowém, zamek sklepienia nie całym swoim ciężarem dąży do upadku, lecz pewną tylko jego częścią i to tém większą, im jego łożyska mniej do poziomu są nachylone, tak dalece; iż iesliby do niego pionowemi były, a zatém i ściany zamka pionowemi, wówczas całąby potęgę swojego ciężaru wywarł ku upadnięciu, i niezem niepodparty rzeczywiścieby upadł, iesliby nie tarcie, moc wiążąca zaprawy, albo żelaza (których tu sił całe nie uważamy) upadnięciu temu nie przeszkadzały. Drugi także, tuż po zamku z prawey lub lewey jego strony, na stoczystey, a bardziey niż tamtego do poziomu nachyloney płaszczyźnie, położony kliniec w dążeniu do upadku wywiera mniejszą część siły swego ciężaru, niż zamek. Toż samo rozumieć należy o drugich klinicach. Aż nakoniec ostatni, iako na poziomey płaszczyźnie leżący, zgoła nie jest powodowany do upadku i dla tego właśnie odnieśliśmy go, ieszcze nie do sklepienia, lecz do jego podstawy. Aby to wzajemne działanie klinców łacniey można było pojąć, zastanowić się nad tém potrzeba: iż żaden z nich inaczey upadź nie może, tylko podniosłszy w górę ten, na którym leży. To zaś podniesienie nie inaczey nastąpić może, tylko przez obrócenie się iego, i podważenie w górę końca grubszego. Temu zaś skutkowi opierają się klince tym większą częścią swojego ciężaru, im niżej są położone. Sklepienie więc kołowe, mające wszędy iednaką grubość, nie może byź równoważącym się; gdyż ciężary klinców iego, lubo iednake byź mogą, w odmiennem przecię położeniu różnie działają. Chcąc tedy, aby w takim sklepieniu, wszystkie klince miały iednake do upadku dążenie, albo, co iedno znaczy, w równowadze między sobą były; nie masz innego ku temu środka, tylko powiększać ciężary wszystkich następnie od zamka aż do podstawy. Pierwszy Lahire okazał, w jakim stosunku powiększać należy grubość kolébkowatego, półokręgowego sklepienia, aby części iego w równowadze zostawać mogły. Prawidło Lahira jest następujące: *Powiększysz ciężar każdego po zamku idącego klinca tyle, ile styczna łuku iego przewyższa styczną łuku połowy zamka.* Styczna łuku od środka zamka po łożysko wezłowia wziętego, jest nieskończenie wielką, a następnie jest takiż i ciężar wezłowia. Przeto, aby wezłowie na swoiey podstawie posunąć się nie mogło, i aby cały układ był w doskonałym spoczynku, dostatecznie ie tylko obciążysz. Podług tego prawidła Parent wykreslił przez punkta linią tworzącą grzbiet półokręgowey kolébki.



dzione prawo sił obcych, na sklepienie działających, zdołamy zawsze ustanowić równowagę, między niemi a częściami sklepienia; miarkując, stosownie do tego prawa, objętość kłinców.

Tak tedy, wszystkie przyczyny niejednostajnego parcia i oporu kłinców, (które to siły porównać z sobą powinniśmy, chcąc mieć równoważące się sklepienie), zależą ostatecznie od podniebienia i grzbietu, iako granic ich objętości. Cała więc nauka o wewnętrznej równowadze sklepień, czyli raczy o równoważeniu się kłinców, zawiera się koniecznie w rozwiązaniu następującego zadania:

*Mając daną linią podniebienia należć linią tworzącą grzbiet sklepienia, i wzajemnie; albo mając dane podniebienie należć prawo sił, i wzajemnie (\*).*

Nie mogąc tu wyłuszczyć w całej obszerności nauki o równowadze sklepień, przestać musimy na przytoczeniu iey wypadkow. Roztrząśniemy tedy pokrótce: *Naprzód*, warunki równowagi między częściami wszelkich kolebkowatych i z nich złożonych sklepień, tudzież sklepień baniastych. *Powtóre*, uważając zawsze wezglowia tych sklepień, iakoby leżące na niewzruszonej płaszczyźnie poziomej, myślą za podstawę sklepieniom przybraney, przytoczymy wyrażenia parcia i ciśnienia, których doznają od obarczających ie sklepień.

#### *Równowaga sklepień kolebkowatych.*

15. Polegać na tej zasadzie, iż każdy kliniec iednakie

Zrównania równowagi między kłincami,

---

(\*) I. B. BERARD. Statique des voûtes etc. 1810.



mieć powinien dążenie do upadku, tudzież, że parcie i opór przyległych kłinców, byź mają sobie równe wzajemnie; łatwo jest przyyść do wyrażenia równowagi między trzema osobnemi kłincami, z których całe sklepienie złożone byź wyobrażamy.

w przypadku, gdy sklepienie poddane jest samey tylko sile ciężkości.

Zrównanie w tym przypadku, w którym kłince ulegają samey tylko sile własnego ciężaru, jest następujące:

$$M \frac{dx}{dy} = (M + N) \operatorname{tg} \alpha \dots 1) (*)$$

gdzie  $2M$ , znaczy objętość czyli bryłowość lub ciężar części środkowej sklepienia, zawartej pomiędzy grzbietem, podniebieniem i ścianami spoień, symetrycznie względem strzały położonemi.

$N$ , objętość każdego z dwóch kłinców sklepienia, sobie równych, a środkowemu z obu stron przyległych.

Objętości te, czyli ciężary  $M$  i  $N$ , wyobrażone tu są, w poprzecznym sklepienia kolebkowatego rozcięciu, przez powierzchnie płaskie.

$x, y$ , współuszykowane linii tworzącej podniebienie, których początek jest na wierzchołku strzały.

$\alpha$ , kąt, który spoienie dwóch przyległych kłinców  $M$  i  $N$  czyni z pionową strzałą sklepienia.

$N$ , jest funkcją  $x, y$ ; która daną byź powinna, bądźto przez położenie linii tworzącej grzbiet, kiedy ta jest znaną, bądź przez inny iakikolwiek warunek zadania.

Jeżeli w zrównaniu 1) na równowagę kłinców,  $\alpha$  będzie

---

(\*) Zrównanie to i następujące, wzięte są z wyżej wymienionego dzieła P. BERARDA.



zmiennie, czyli, co jest iedno, gdy kliniec  $N$  przyległy śrzedkowemu, wezmie się za przyrostek objętości  $M$ , to iest:

$N = dM$ , a  $\frac{dx}{dy} = \text{sty } \alpha + d.\text{sty } \alpha$  iest wówczas

$$\frac{M}{\text{sty } \alpha} = \frac{dM}{d.\text{sty } \alpha}$$

to zrównanie zintegrowane daie

$$\frac{M}{\text{sty } \alpha} = C, \text{ albo } M = C.\text{sty } \alpha \dots 2);$$

i uczy tych dwóch znamienitych w sklepieniach kolebkowatych własności:

1° *Że stosunek objętości albo ciężaru każdego klinca (gdy są iednorodne), do styczney kąta między łożyskiem tego klinca a linią pionową zawartego, iest zawsze stały.*

2° *Iż objętość każdego klinca  $M$ , więc i całego sklepienia, iest zawsze ilością skończoną; a przeto da się zawsze skostkować, czyli wyrazić w miarach sześciennych.*

Zrównanie na długość spoienia i zastosowanie iego do kilku szczególnych przypadków.

16. Jeżeli linia tworząca podniebienie sklepienia iest daną, natenczas do oznaczenia grzbietu tego sklepienia, naidziemy prawo, skoro oznaczymy w każdym mieyscu długość spoienia. Widoczna bowiem, iż w tym razie szereg rzezonych spoień, iakby przystaw iakich, naysnadniey posłuży do wykreślenia linii tworzącey grzbiet sklepienia. Zrównanie na tę długość spoienia w każdym punkcie linii krzywey podniebienia, iest następujące:

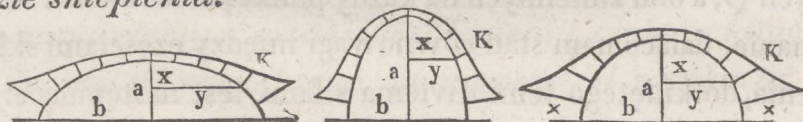
$$K = -R \pm \sqrt{(k^2 + 2rk) \frac{ds^2}{dy^2} + R^2 \dots 3);$$



w którym  $K$ , znaczy szukaną długość spoienia,  $k$  długość spoienia u wierzchu strzały sklepieniowej, czyli grubość sklepienia w zamku; ilość dana z doświadczenia, a wypadająca ze względu na obszerność sklepienia i moc do budowania użytego kamienia.  $R$ , promień koła przystającego do podniebienia w tém miejscu, w którym  $K$  jest spoieniem;  $r$  promień także koła przystającego, lecz u wierzchołka strzały;  $s$ , długość łuku podniebienia, poczynająca się od połowy zamka do punktu, w którym szukamy długości spoienia;  $y$ , przystawa wytykająca punkt podniebienia, w którym szukamy spoienia. Początek współszykowanych bierzemy zawsze u wierzchołka strzały. W równanie więc 5) kładąc zamiast wyrażeń ogólnych, szczególne, wydobyte z linii tworzącej podniebienie, zawsze potrafimy oznaczyć postać grzbietu równoważącego się sklepienia.

Stosując to równanie do szczególnych przykładów, otrzymujemy następujące wypadki:

*Jeżeli linią tworzącą podniebienie, spłaszczonego lub wzniosłego sklepienia, jest połowa elipsy; albo sklepienia półokręgowego linią tworzącą jest połowa okręgu; natenczas zawsze w tych trzech razach, wielkość spoienia czyli grubość sklepienia ciągle wzrasta idąc od zamka, i jest nieskończenie wielką przy nasadzie sklepienia.*



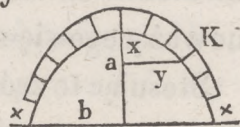
Stąd wnosimy, iż ściśle rzeczy biorąc i nie uważając skut-



ku tarcia, które jest w dotknięciu pomiędzy klincami, niepodobna byłaby klinców, tuż przy nasadzie sklepienia leżących, w równowagę z innymi wprowadzić: gdyż niepodobna dać ich spoieniom długości nieskończenie wielkiej. Wszelako w praktyce inaczej się dzieje: bo tarcie przeszkadzające posunięciu, wynagradza niedostatek ciężaru i czyni spoienie nasady skończoney długości.

Przywiedziona tu własność jasno nam tłumaczy, dla czego sklepienia kolébkowate równej wciąż grubości, zwyczajnie pękają u tak nazwanych *pach* (reins); które pęknięcia w sklepieniach takich półokręgowych, przypadają pod kątem około  $45^\circ$ . Stąd jeszcze wypada prawidło, iżby budując takie sklepienia, wzmacniać je przez nałożenie pach ciężarem, poczynając od  $45^\circ$  stopnia aż do nasady.

*Jeżeli linią tworzącą podniebienie sklepienia jest parabola, wtenczas otrzymamy wypadek przeciwny poprzedzającemu; albowiem w niem długość spoiień, idąc od zamka, maleje bezprzerwy aż do nasady.*



Zrównania ogólne na ten przypadek, kiedy sklepienie, oprócz ciężkości, dotknięte będzie innymi jeszcze siłami.

17. Kiedy klince sklepien kolébkowatych dotknięte będą innymi jeszcze, prócz własnego ciężaru, siłami; podówczas wszystkie te, razem zebrane, dadzą się przywieść do sił dwoiakiego rodzaju: iednych węgielnych  $P$ , drugich pionowych  $Q$ , a obu zmiennych na każdy punkt podniebienia. Zrównanie, dające nam stan równowagi między częściami sklepienia, dotkniętego temi dwiema siłami, jest następujące:

$$d\left(PR \frac{dy}{ds}\right) + d\left(QR \frac{dy^2}{ds^2}\right) + Pdx = 0; \dots 4).$$



gdzie  $R$ , znaczy promień krzywizny punktu wytkniętego przystawą  $y$ ; reszta zaś ilości oprócz  $P$  i  $Q$  wzięta iest ze zrównania na podniebienie.

Inną wprowadzie drogą przychodzimy do następującego ieszcze zrównania:

$$d(PR) + d\left(QR \frac{dy}{ds}\right) - Qdx = 0; \dots 5).$$

które na iedno wychodzi ze zrównaniem 4) i daie teź same wypadki. Ze zrównania 4) łatwiey otrzymuiemy integralne, kiedy sił  $P$  nie będzie; i przeciwnie zrównanie 5) iest dogodniejsze, gdy siły  $Q$  są równe zeru.

Roztrząsaiąc powyższe zrównania, przypuścmy, że klince są uległe tylko sile własnego ich ciężaru, czyli, że iest  $P=0$ . Zrównanie 4) zcałkowane daie  $Q = \frac{cds^2}{Rdy^2}$ ; dla nalezenia  $c$ , daymy, że u zamka, gdzie iest  $dy = ds$ , mamy:  $Q = q$ ,  $R = r$ , a będzie  $c = qr$ , i następnie:

$$Q = \frac{qr}{ds} \cdot d\left(\frac{dx}{dy}\right).$$

Kładąc w to zrównanie za  $ds$ ,  $dy$ ,  $dx$ , wartości ich wydo-  
byte ze zrównania na pewną linią tworzącą podniebienie,  
mieć będziemy wielkość siły  $Q$ , uciskaiącej każdy punkt  
podniebienia. I tak naprzykład:

*Ieżeli podniebienie iest eliptyczne, albo kołowe, wte-  
dy nayduiemy iż w takim sklepieniu ciężary klinców  
powinny się powiększać, począwszy od zamka aż do  
podstawy, gdzie są nieskończenie wielkie.*

Wypadek ten zgodny iest z wypadkiem otrzymanym wy-



żey (16) przez użycie zrównania 5) w tymże samym składzie rzeczy.

Daymy teraz, że siły  $Q=0$ ; zrównanie wówczas 5) po zcałkowaniu daie wprost  $P=\frac{c}{R}$ , a oznaczywszy ilość  $c$  iak wyżej, mamy  $P=\frac{Pr}{R}$ .

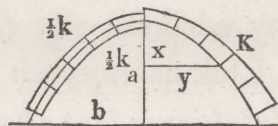
Wypadek ten uczy: że siły węgielne  $P$  czyli do krzywizny podniebienia w każdym iego miejscu prostopadłe, powinny być w stosunku odwrotnym promieni krzywizny w tychże punktach.

I tak stosując to do eliptycznego sklepienia, otrzymamy następujący wniosek: *parcie na szrodek zamka, do parcia przy nasadzie sklepienia iest iak  $a^3:b^3$* ; gdzie  $a$  znaaczy strzałę,  $b$  zaś połowę cięciwy sklepienia.

A zatem w sklepieniu, którego tworzącą podniebienie iest półokrąg koła, parcie to będzie statecznie wszędy iednacie.

Daymy teraz, że idzie nam o znalezienie takiego podniebienia, na które prawo sił działających iest znane, takie na przykład: iż ciężar iest proporcjonalny odpowiadającemu łukowi linii podniebienia. W tym razie zrównanie 5) po założeniu  $P=0$ , a  $Q=1$  wezmie postać następującą:

$$Sdy = cdx.$$



Założyć bowiem, że ciężar iest proporcjonalnym łukowi, iest iedno i toż samo, co uczynić w ogólném zrównaniu, siły węgielne równe zeru, a siły pionowe równe ilości stałej; równe, na przykład, iedności; iakéśmy tu uczynili.



Zrównanie poprzedzające, zcałkowane przez logarytmy, wyda zrównanie pierwotne na linią, która będzie linią *łańcużkową*. Potrafimy z niego szukaną linią wykreslić i kierunek spoień sklepienia przez nią utworzonego oznaczyć. W naznaczeniu zaś przyzwoitey sklepieniu grubości dwiema drogami postąpić można. Naprzód, wykreslić grzbiet jego podług zrównania 5), a wówczas grubość sklepienia nieznacznie wzrastać będzie od zamka do nasady. Powtóre, wziąć połowę  $k$ , i poodznaczać ją na spoieniach wewnątrz i zewnątrz wykreslonej linii łańcużkowej. Dla przekonania się o dobroci tego drugiego sposobu, dosyć byłoby szukać linii tworzącej podniebienie sklepienia równej wciąż grubości, a łatwo ze zrównania 5), przyysź byłoby można do zrównania na linią szukaną, która wszakże nie byłaby, łańcużkową, a tylko linią równoległą do niej prowadzoną w odległości połowy  $k$ . Z tego dowiadujemy się, że sama tylko linia łańcużkowa zadosyć uczynić może temu warunkowi, który chce mieć grzbiet sklepienia równoległym do podniebienia; czyli, co iedno iest, w którym ciężary kłinców byłyby proporcjonalne łukom podniebienia. Jeżeli w budowlu iakiej, samę tylko iey trwałość mamy mieć na baczeniu, wówczas linią łańcużkową przed wszelkimi wziąć należy za tworzącą sklepienie kolebkowate; albowiem, w takim sklepieniu, gdzie bez pomocy tarcia i siły wiążącej w zaprawie, kłince są już z sobą w równowadze, trwałość za przyczyną tychto ieszcze śrzodków i czasu znacznie się powiększyć musi.

Wprawdzie mamy śrzodek nalezienia linii tworzącej



grzbiet, sprawujący równowagę w sklepieniu, iakąkolwiek będzie linia tworząca jego podniebienie (16); lecz sama tylko linia łańcużkowa służy na ten przypadek, kiedy sklepienie ma być wciąż równej grubości, biorąc tę jego grubość  $k$  po połowie wewnątrz linii i zewnątrz (\*).

### *Równowaga sklepień baniastych.*

Zrównania  
na równowa-  
gę sklepień ba-  
niastych.

18. Jeżeli okrąg koła, będącego rzutem poziomym podniebienia bani kołowej, rozdzielimy na części równe, i przez punkta podziałów tudzież oś bani poprowadzimy płaszczyzny pionowe, tedy sklepienie podzielone zostanie na pewną liczbę *wykrawków* (onglets), równych sobie i symetrycznie względem osi położonych. Z tych każde dwa przeciwległe sobie spierają się ostrzami w miejscu wspólnej osi, i wzajemnie się równoważą.

Oczywista z tego iż warunki równowagi między dwoma któremikolwiek wykrawkami będą dla wszystkich iednake, i aby można było należeć je dla całego sklepienia, szukać należy dla którejkolwiek ich pary. Szukając tedy warunków równowagi między nieskończenie małemi dwoma wykrawkami czyli pierwiastkami miąższości kołowej bani, przychodzimy z P. BERARD (\*\*) do złożenia dwóch następujących zrównań.

$$d\left(\frac{PRydy}{ds}\right) + d\left(\frac{QRydy^2}{ds^2}\right) + Pydx = 0 \dots 6).$$

$$d(PRy) + d\left(\frac{QRydy}{ds}\right) - Qydx = 0 \dots 7).$$

(\*) BERARD 13, 14, 15.

(\*\*) BERARD. Sect. 3. part. I, 140.



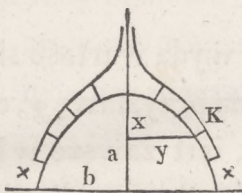
Zrównania 6) i 7) tém są dla sklepień baniastych i przez obrót utworzonych, czém są 4) i 5) dla sklepień kolébkowatych.

W zastosowaniach używa się iedno z dwóch poprzedzających zrównań, które się lepiej nadarza do zcałkowania. Za pośrednictwem ich możemy rozwiązywać to dwoiste zadanie: mając dane prawo sił, albo tworzącą grzbiet sklepienia, naleźć linią tworzącą podniebienie; albo tę linią mając daną, naleźć prawo sił, lub też wykreślić tworzącą grzbiet sklepienia.

Ieżeli klince mają gęstość iednaką i są uległe samey tylko sile ciężkości, będzie  $P = 0$ , a zrównanie 6) daie nam wyrażenie ciężaru całego sklepienia  $= \frac{2mcdx}{dy}$ ; gdzie  $m$  znaczy stosunek koła do średnicy, a  $c$  ilość stałą przez integrowanie wprowadzoną. Stąd widzimy: *ieź ciężar równoważący się bani kołowej może bydź zawsze oznaczonym, a więc cała iey objętość da się zawsze wyrazić w miarach sześciennych, czyli da się skostkować.* Własność ta bani kołowej, odpowiada takieyże własności w sklepieniu równoważącym się kolébkowatem (15).

Zrównanie następujące:

$$K = \frac{A}{Ry \cdot \text{dost } 2\alpha} \dots 8) (*)$$



służy do naleźienia długości spoienia  $K$ , w którémkolwiek miejscu bani kołowej przystawą  $y$  wskazaném. Służy więc

(\*) EYTELWEIN, Statik fester Körper 2er Band. § 425.

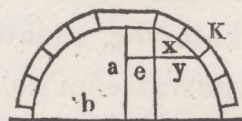


do wykreślenia, przez punkta, linii tworzącej grzbiet sklepienia. Nadto, z niego się okazuje, iż kiedy  $\alpha = 0$ , promień krzywizny  $R$  przybiera wartość skończoną; a wówczas  $\gamma$  będąc równe zeru daie  $K$  nieskończenie wielkie. To jest: że kiedy promień krzywizny podniebienia w samym środku zamka będzie wielkości skończonéy, grzbiet wówczas na biegunie sklepienia pociągnie się bez końca zwiężając się w około osi iakby przy ledwoniestycznéy; bania przeto kołowa kończyć się musi niby strzałą czyli ostrzącym się bez końca wysokim słupem. Wszakże grubość ta w zamku byłaby skończoną, ieśliby promień krzywizny na środku zamka, był nieskończonéy wielkości.

Chociaż ta strzała jest nieskończoną, iednakże ciężar całej bani jest zawsze skończonym. Własność ta znamienita sklepień równoważących się, dozwala zastąpić część strzały od bieguna bani odietą, przez bryłę równego iéy ciężaru.

W zrównaniu 8) uczyniwszy  $\gamma = e + \gamma$ , gdzie  $e$  znaczy pewną ilość stałą, zamienimy to zrównanie na następujące:

$$K = \frac{A}{R(e+\gamma)\text{dost}^2 a},$$



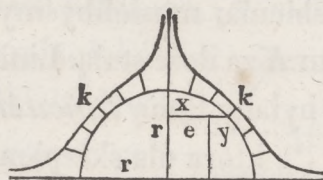
które wyda wartość skończoną na ilość  $K$  przy każdej wartości na przystawę  $\gamma$ , chociażby ta była nawet  $= 0$ . Ten przypadek jest zawsze w każdej bani, której część wierzchnia będzie odietą, czyli, w której się otwór w wierzchu nayduie.

Stosując zrównanie 8), do rozmaitych linii krzywych, wziętych za tworzące podniebienia bań kołowych, postać sklepień równoważących się niemi utworzonych, zawsze



oznaczoną być może. I tak na przykład: jeżeli łukiem tworzącym podniebienie bani jest półokrąg koła, nadyziemy:

$$K = \frac{be(r^2 - y^2)}{(e + y)\{r^2 - (e + y)^2\}};$$



z którego śledząc bieg linii krzywey grzbiet oznaczającej, widzieć się daie następująca własność: gdy  $r = e + y$ , czyli  $y = r - e$ , tedy mianownik powyższego wyrażenia jest równy zeru; a zatem sklepienie takie bez pomocy tarcia i siły wiążącej w zaprawie, miećby powinno w tém miejscu grubość nieskończenie wielką. Stąd postrzegamy, iż linia grzbietu rzezonego sklepienia, kiedy to nie jest w górze otwarte, ma dwie iakoby ledwoniestyczne, iednę pionową, strzałę czyli oś bani, drugą poziomą w obie strony przedłużoną średnicę koła tworzącego podniebienie. Nadto, linia tworząca grzbiet takiej bani, mieć będzie dwa punkta *przegięcia* (inflexion), po obu stronach osi tam położone, gdzie jest  $y = \frac{R\sqrt{3}}{3} - e$ ; i w témto miejscu przypada najmniejsza grubość sklepienia. Ponieważ tedy spoienia przy nasadzie takiej bani nie mogą być nieskończenie długie tak, iak tego teoria wymaga; przeto iey klince nie inaczej na wezłowiach utrzymać się mogą, tylko przez tarcie albo inne skuteczne środki, zapobiegające temu niedostatkowi równowagi.

Toż samo rozumieć należy i o nieskończenie wysokiej strzale sklepienia baniastego.



Jeżelibyśmy przedsięwzięli szukać takiego grzbietu równoważącego się bani, któryby równoległym był od iey podniebienia; musielibyśmy całkuiąc zrównanie 8) uważać w niem  $K$  za ilość stałą. Linia, którąbyśmy otrzymali w tym razie, byłaby linią *łańcużkową rosnącą* (chainette croissante) (\*), która dla sklepienia baniastego iest tém, czém iest linia łańcużkowa zwyczajna dla sklepień kolébkowatych. Każda z nich służy do wykreślenia grzbietu i podniebienia razem, a to wykreślenie odbywa się przez poprowadzenie dwóch linii równoległych od łańcużkowej, iedney wewnątrz, drugiej zewnątrz; z tych pierwsza będzie tworzącą podniebienie, druga tworzącą grzbiet sklepienia.

Linią służącą do wykreślenia równoległo-grzbietowey bani, przez podobność nazywamy *łańcużkową rosnącą*; albowiem można uczynić taki łańcuch, w którymby ciężary ogniów, począwszy od punktu najniższego, wzrastały iednako po obu stronach; ten, gdy będzie zawieszony, ułoży się podług takiej krzywizny, iaką ma mieć bania równey wciąż grubości.

### *Równowaga sklepień złożonych.*

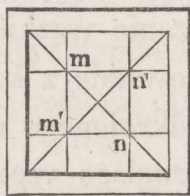
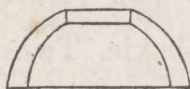
Sklepienia kopankowatego.

19. Równowagę części sklepienia kopankowatego poymujemy następującym sposobem. Wyobraźmy, że każdy trójkątny płat tego sklepienia iest bryłą złożoną z warst osobnych, na które ją podzieliły płaszczyzny prostopadle do osi iego poprowadzone. Każdy kliniec takiej warsty ma dwa *czoła* (tête) temiż płaszczyznami uczynione, i dwa drugie skie-

(\*) BERARD. 46.



rowane ku osi walca, którego ten płat troykątny jest częścią. Wyobraźmy sobie jeszcze cztery punkta  $m, m', n, n'$ , symetrycznie na krawędziach sklepienia położone, i w nich zbiegających się ośm po dwa równych sobie łęków, albo raczej nieskończenie cienkich dzwon sklepienia. Dwa ze stron przeciwnych położone dzwona, równoważą się z sobą opierając się iednym końcem o wezłowie, drugim o część prostokreślną sklepienia w górze między niemi śrzodkującą. Na tey to równowadze każdej pary dzwon sklepienia, za pośrednictwem śrzodkującego między niemi graniastopła, polega doskonały spoczynek całego sklepienia.



Wypadki stosowania zrównań poprzedzających, do sklepień kopankowatych półokręgowych, uczą nas pięknych i nader pożytecznych własności; naydujemy bowiem: iż,

1<sup>od</sup>. *Powierzchnia sklepienia kopankowatego równą jest dwókrótney powierzchni podstawy swoiey, czyli dwa razy wziętemu poziomemu rzutowi podniebienia.*

2<sup>re</sup>. *Objętość przestrzeni podniebieniem sklepienia i podstawą iego zamkniętey, równa jest dwóm trzecim częściom równoległoscianu, opisanego na teyże powierzchni padniebienia.*

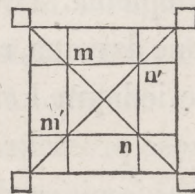
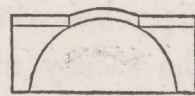
Te obiedwie własności służą też równie bani kołowej półokręgowey.

20. Równowagę sklepienia krzyżowego wten sposób poymujemy. Niech będą cztery rzuty poziome  $m, m', n, n'$ , czterech punktów symetrycznie obranych na krawędziach skle-

Sklepienia  
krzyżowego.



pienia; przez te cztery punkta prowadzę cztery też płaszczyzny pionowe, każdą przez dwa na przyległych sobie krawędziach obrane. Do tych czterech płaszczyzn prowadzę drugie cztery równoległe i nieskończenie blizkie. Te ośm płaszczyzn, po dwie z sobą leżące, uczynią w sklepieniu cztery nieskończenie wąskie warstewki, z których każda powstaie z kołowego dzwona w poprzek odkroionego walca, i dwóch części walca drugiego wpodłuż wziętych. Będzie zatem w sklepieniu krzyżowém równowaga, gdy ią zachowa każde środkowe dzwono tego sklepienia, z dwiema częściami prostokreślnemi. Końce zaś ostateczne dzwon środkowych cały swój ciężar wywierac będą na krawędź eliptyczną, którą dla tego tu wyobrazić sobie można iakby linią stałą, obciążoną ciężarami coraz ku nasadzie wzrastającami. Siła przeto wypadkowa, ze wszystkich tych ciężarów, na iednę ćwierć sklepienia, równa będzie ciężarowi czwartey iego części, i przejdzie przez spodek krawędzi eliptycznéy.



Prócz tego, *найdziemy przestrzeń obiętą sklepieniem krzyżowem, gdy od podwójney obiętości pierwotnéy kolébki odeymiemy obiętość sklepienia kopankowatego.*

Podobnież, *найdziemy bryłowatość sklepienia krzyżowego, gdy od bryłowatości dwóch przecinaiących się kolebek odeymiemy powstałe z nich sklepienie kopankowate* (13).



## PARCIE SKLEPIEŃ I OPÓR WEZGŁOWIÓW.

21. Każde sklepienie za pokrywą budowli służące, gdy jest podług prawideł wyżej podanych zrobione, jest rzeczywiście bryłą równego wciąż oporu spoczywającą na swej podporze, którą tu zowiemy *wezgłowiem*. Wezgłowie zatem jest to bryła bezpośrednio służąca za posadę sklepieniu, prócz tego uważamy ją odciętą przez przybraną poziomą płaszczyznę, i na niej położoną.

Ustanowienie równowagi między całym sklepieniem a wezgłowiem, jest drugim w nauce sklepień do rozwiązania głównym zagadnieniem. Każde równoważące się sklepienie, leżące na płaszczyznach pochyłych swojego wezgłowia, i iakoby ieden klin działające, na dwoie rozdziela siłę swojego ciężaru. Częścią iedną usiłuje obrócić wezgłowie około zewnętrzny krawędzi jego podstawy, a drugą pionowie ie uciska, i ta ostatnia część siły w iedno się łączy z ciężarem samegoż wezgłowia.

Ponieważ równoważące się sklepienie działa iakoby klin iaki po dwóch równie pochyłych płaszczyznach; szukając zatem siły parcia poziomego, mocą której wezgłowia około krawędzi zewnętrznych obrócić usiłuje, łatwo tę siłę parcia, bez względu na tarcie, oznaczyć można. Iakoż jest ona statecznie  $F = \frac{M}{\sin \alpha}$ ; gdzie  $\alpha$  znaczy kąt między spoieniem nasady a pionową zawarty,  $M$  masę klina czyli całego tu sklepienia. A ponieważ  $\frac{M}{\sin \alpha}$  naleźliśmy bydz równe stałej ilości  $C$  (15); *wyrażenie zatem parcia poziomego*

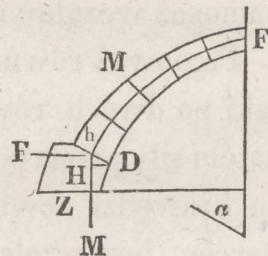
Zrównania, na sklepienia kolébkowate równoważące się w sobie i z wezgłowiami.



*jest statecznie iednacie i w niczém niezmiennie dla kaźdey części równoważącego się sklepienia. Z tego początku, czyli zasady, konieczny wynika wniosek: iż parcie poziome niezmiernie małego klinca w zamku, jest zupełnie takie, iakie jest parcie całego sklepienia.*

Ponieważ równoważące się sklepienie siłą swojego ciężaru dwoiaki skutek sprawia, to jest, raz usiłuje wezgiłowia obrócić około ich krawędzi zewnętrznych; drugi raz dąży, do posunienia ich po płaszczyźnie poziomey: ieżeli zatém, moment usiłowania pierwszego, równoważy się z momentem siły ciężaru wezgiłowia, powiększonego momentem ciężaru połowy sklepienia, obrócenie nie nastąpi. A skoro znowu parcie poziome jest mnieysze od summy ciężarów, wezgiłowia i połowy sklepienia, mnożonych przez stosunek tarcia; wówczas posunienie wezgiłowia po płaszczyźnie poziomey także nie nastąpi. A tak zrównania, które na równowagę sklepień kolébkowatych w tym przypadku podaje P. Berard, są następujące:

$$\left. \begin{aligned} F(H+h) &= M(Z-D) + \frac{1}{2}fHZ^2 \\ F &< \pi(M+fHZ) \end{aligned} \right\} \dots 9)$$



W nich  $F$  znaczy siłę poziomego parcia,  $M$  ciężar połowy sklepienia,  $Z$  szerokość wezgiłowia,  $H$  wewnętrzną wysokość wezgiłowia,  $h$  część teyże wysokości wezgiłowia, wziętą wyżej aż do mieysca, w którym się stosuje siła poziomego parcia;  $D$  odległość środka nasady sklepienia czyli pod-



stawy ostatniego klinca od wewnętrznej ściany wezgłowia;  $f$  gęstość materyału wezgłowia, kiedy gęstość sklepienia bierzemy za jedność;  $\pi$  stosunek tarcia do ciśnienia dany z doświadczenia.

Ze zrównania pierwszego otrzymamy  $Z$ , gdy  $H$  będzie dane i wzajemnie. Zrównanie drugie zamyka warunek niemożności posunięcia się wezgłowia po płaszczyźnie poziomej.

Wiedzieć prócz tego należy, iż zrównaniom poprzedzającym może się stać zadosyć jednemu bez drugiego, to jest: iż może się wezgłowie wywrócić bez posunięcia się i wzajemnie. Trwały i zupełny spoczynek układu wymaga, aby obadwa te zrównania miały miejsce.

22. Z tego, co poprzedziło, oczywiście widzimy, iż zadanie o parciu sklepień i oporze ich wezgłowiów zawsze mogłoby być rozwiązane, to jest: zawsze umielibyśmy ocenić siłę, którą sklepienie wywiera na wywrócenie i rozsunięcie wezgłowiów, gdyby tarcie pomiędzy klincami nie zachodziło i gdyby te klince podług wyłożonych warunków równowagi udziałane były. Wszakże zbyt rzadko zdarza się widzieć podobne sklepienie; bądź to, że te naukowe zasady nie są znane budownikom, bądź też, że ich warunkom zadosyć uczynić nie mogą, będąc związani innymi warunkami budowli. Stąd też wszystkie prawie nasze sklepienia nie są równoważącemi się w sobie bryłami; a jeżeli nie wszystkie dla tego pękają, to ten ocalający je skutek przypisać należy: tarcu, zaprawie wapiennej i innym przyczynom przemagającym.

Brak równowagi sprawia pospolicie w sklepieniu ruch,

Uwagi nad parciem nierównoważących się sklepień.



któremu tarcie nawet sprzeciwić się nie może. Ruchem tym powodowane niektóre części sklepienia runąć usiłują; iedne obracając się przy podniebieniu, drugie przy grzbiecie sklepienia, iakby z sobą w tych miejscach zawiasą połączone były, tak, iż sklepienie otwiera się razem w wielu miejscach na wklęsłej i wypukłej powierzchni. Dla takiego ruchu każde sklepienie, w którym brakuie równowagi, ostaćby się nie mogło, gdyby części iego nie były związane zaprawą wapienną, której siła, niby kley iaki, wstrzymać ie od upadku może.

Stąd wynika naprzód: iż parcie sklepienia usiłujące obrócić lub rozsunąć wezglowia iest siłą wypadkową ze wszystkich sił i oporów działających na sklepienie. Powtóre: iż ta siła parcia zwyczajnych sklepień, przez przybliżenie tylko oznaczoną bydz może, iako zależąca od wielu dowolnych, a danych rzeczy, które weń wchodzą, i wielu ieszcze względów fizycznych, których dokładnie ocenić nie możemy. Że zaś sklepienie pękając, pęknać koniecznie musi w miejscach najsłabszych, i że wiedząc te miejsca, można w nich pęknięciu zapobiedz, a tém samém sklepienie nierównoważące się ocalić. Starano się przeto podadź sposoby wyknięcia ich w każdym przypadku, aby przez to można było oznaczyć te części sklepienia, które parcie sprawują. Tak więc w sklepieniach nierównoważących się cała rzecz przywodzi się do oznaczenia *miejsc słabych* (joints de rupture).

LAHIRE z kilku postrzeżeń, uczynionych na sklepieniach kolébkowatych półokręgowych i równey wciąż grubości, wnosi, iż miejsca słabe w sklepieniach leżą pod  $45^\circ$  i że



dwiema pod takim kątem nachyleniemi do poziomu płaszczyznami, a przez os kolébki poprowadzonemi, oddzielona część sklepienia, posuwaiąc się po dwóch pozostałych z wezglówkami zrosłych częściach, obraca ie koło zewnętrzney krawędzi i obala, słowem: że część ta śródkowa działa sposobem klina. Na tém przypuszczeniu oparte podał zrównania równowagi sklepień kolébkowatych, zrównania te, dla wielkiej łatwości w stosowaniu praktyczném, od wszystkich budowniczych chętnie przyjęte i używane były.

COUPLET wkrótce po Lahirze o równowadze takichże sklepień piszący, uważa ie rozdzielaiącemi się na cztery części. Przypuszcza, iż otwieraią się na podniebieniu w zamku, a na grzbiecie w miejscach słabych, i że te cztery części działaią na siebie sposobem *dzwon spieraiących się* (arcs boufants), niby zawiasą pewną między sobą połączonych. Z tego przypuszczenia i teoryi drażka przychodzi do zrównań na równowagę sklepień kolébkowatych.

Z doświadczeń nad sposobem pękania sklepień, a osobliwie robionych przez P. BOISTARD w 1800 roku (\*), wypada: 1<sup>o</sup> że podczas pękania, klince nie slizgaią się po płaszczyznach spoięń, lecz odstaią od siebie i obracaią się na krawędziach przyległych. 2<sup>o</sup> Sklepienia półokręgowie kolébkowate, maiące grzbiet równoległy od podniebienia albo całkiem poziomy, skłonne są do pękania w miejscach około 50° od poziomu przypadaiących. Sklepienia zaś utworzone łukiem złożonym, ze trzech łuków koła, każdy o 60°, i spleaszczone na  $\frac{1}{3}$  lub  $\frac{1}{4}$  część strzały, pękaią na 45<sup>m</sup> albo 55<sup>m</sup> sto-

(\*) Recueil d'expériences et d'observations faites par BOISTARD.



ni, licząc od początku łuku małego. Sklepienia utworzone łukiem koła niewiększym od  $120^\circ$  blisko, miejsce pęknięcia mają w samej nasadzie, czyli w spotkaniu się łuku ze ścianą, byleby tylko sklepienie nie było wciąż bardzo małej grubości. Stąd wynika, iż dwa są tylko przypuszczenia: iedno *klina*, drugie *dzwon spierających się*; w pierwszym przypuszcza się oraz, że klince są doskonale gładkie i twarde, w drugim nie daie się względu na tarcie.

Lecz te obadwa przypuszczenia Lahira i Coupleta wymagają koniecznie poznania wprzód położenia spoiień, podług których sklepienie pęka, a oznaczenie ich w tych obudwóch przypuszczeniach nie iest dokładne. Oprócz tego, nie daie się w nich względu ani na tarcie posuwaiącey się, iak klin, śródkowej części, ani względu na moc wiążącą i moc spoienia w zaprawie, które to siły parciu przeciwnie, zmniejszyć go znacznie i położenie miejsc słabych odmieniać koniecznie muszą.

Dla uniknienia więc zarzutów, które przeciw tym teoriom uczynićby można, podaie P. Berard nową całkiem teorią równowagi sklepień, wolną od przypuszczeń niczém niepopartych, na którey zupełnie przestać możemy, ograniczając się ogólnym rzeczy widokiem.

Nauka ogólna P. Berard o parciu sklepień kolébkowatych.

25. Podług P. Berard trzy są gatunki sklepień kolébkowatych, albo raczey cztery. Pierwszy, obeymuie sklepienia takie, w których zamek odepchnąłby części poboczne, gdyby temu się nie sprzeciwiało tarcie, i te zowie autor sklepieniami *o zamku przemożnym* (à clef prépondérante). Drugi gatunek zawiera sklepienia, których zamek byłby wypchnię-



tym od części pobocznych, gdyby go tarcie nie utrzymywało, a takie mianuie autor, sklepieniami *o zamku niedostatecznej siły* (à clef en défaux). Trzeci gatunek sklepień składają same równoważące się sklepienia.

W pierwszym gatunku sklepień parcie od wierzchniej części wywarte, równe iest ciśnieniu, iakiego ta część doświadcza, i przenosi się całkowicie ku nasadzie sklepienia. Tam wypadkowa siła, z sił ciężaru i rzeczonego parcia, daley iuż za tym punktem przejdzie, przez któryby przechodziła wypadkowa z tychże sił, równoważącego się sklepienia siła: owszem przejść nawet może za krawędź zewnętrzną sklepienia; i wtedy sklepienie od obalenia dłużej wstrzymać się iuż nie będzie mogło, ieżeli temu tarcie nie przeszkodzi.

W drugim gatunku sklepień parcie wywierane przez część wierzchnią czyli zamek, słabsze iest od parcia, którego ten zamek doświadcza od reszty sklepienia: i to parcie przenosząc się do nasady, i tam oddziaływaiąc sprawuie parcie całego sklepienia. Składaiąc tę siłę parcia zamka z ciężarem połowy sklepienia, wypadkowa z nich przechodzić będzie bliżej wewnętrznej krawędzi sklepienia, niż w sklepieniu równoważącym się, i mocą tey wypadkowej siły sklepienie takie obaloném bydz może.

Łatwo to wszystko poymiemy, wyobrazivszy sobie sklepienie równoważące się, w którym zostawuiąc zamek nie tknięty, ieżeli uymiemy część pewną miąszości reszcie pozostałej od zamka; tedy sklepienie po tey odmianie, należeć będzie do sklepień pierwszego gatunku: bo zamek w niém będzie przemożny czyli ze zbytkiem siły. Parcie sklepienia toż sa-



mo co i pierwey było, stanie się w tym razie *maximum*, i pochodzić teraz będzie, nie iuż od całego sklepienia, iak przedtém, lecz od samego tylko zamka; a więc, *parcie takich sklepień naydziemy szukając zamka, dającego maximum parcia.*

I przeciwnie, ieżeli uymiemy część pewną zamkowi równoważącego się sklepienia, gdy tymczasem w całku pozostaną inne iego części, zamek tak osłabiony będzie miał dążenie do wymknienia się w górę, a sklepienie stanie się sklepieniem drugiego gatunku. Parcie iego na wezglowia, nie będzie iuż wówczas skutkiem zamka, lecz wszystkich od niego pozostałych klinów. Im większy tedy będzie klin z nich złożony, tém parcie iego będzie też większe; *otrzymamy zatem parcie sklepienia drugiego gatunku, uważając je całe iako ieden klin, a to parcie będzie tu ieszcze maximum.*

Tak więc, we dwóch pierwszych rodzajach sklepień, parcie sklepienia równe iest klinowi naywiększego parcia: w sklepieniach zaś równoważących się parcie iest stałe i wyrażenie iego ogólne  $= \frac{M}{\text{sty } \alpha}$ .

W pierwszym gatunku sklepień,  $M$  iest naymnieyszym klinem  $\Delta M$  zamka; albo, dla większey w stosowaniu dogodności czyniąc go nieskończenie małym, co iest prawie iedno, parcie iego będzie  $= \frac{dM}{d \text{sty } \alpha}$ .

W sklepieniach drugiego gatunku,  $M$  oznacza połowę sklepienia, a parcie iest  $= \frac{M}{\text{sty } \alpha}$ .

Nakoniec w sklepieniach równoważących się, wyrażenie parcia iest obojętnie  $\frac{M}{\text{sty } \alpha}$ , lub  $\frac{\Delta M}{\Delta \text{sty } \alpha}$ , lub  $\frac{dM}{d \text{sty } \alpha}$ .



W tych poprzedzających trzech gatunkach sklepień, zajęte są tylko naypospolitsze przypadki; gdy tym czasem zdarzyć się może, iż klin wywierający naywiększe parcie, bynajmniey nie iest zamkiem sklepienia ani też iest częścią od niego pozostałą, ale iest raczey iakimś innym gdziekolwiek na boku położonym klinćem. W tym tedy czwartym przypadku, pamiętając na to że prawdziwe parcie sklepienia iest zawsze od klina naywiększego parcia, szukać należy punktu podniebienia wytykającego to miejsce gdzie ów klin leży, używając zrównania  $d\left(\frac{M}{\text{sty } a}\right) = 0$ .

Ponieważ wyrażenie parcia iest różne we czterech tych gatunkach sklepień, należy przeto umieć ie rozróżnić, i daną kolébkę odnieść do właściwego iey gatunku. Wykreślmy, przy daném podniebieniu i danéy grubości  $k$  w zamku, grzbiet, któryby daną kolébkę uczynił równoważącą się: ieżeli wykreślony grzbiet obeymuie grzbiet dany, kolebka będzie pierwszego gatunku; ieżeli przezeń iest obiętym, kolebka iest gatunku drugiego; ieżeli obadwa grzbiety przystaią do siebie, oczywista, iż dana kolébką iest równoważącą się: nakoniec, ieżeli dwa grzbiety przecinaią się nawzajem, kolebka iest czwartego gatunku. Przykład kolebki ostatniey wskazuje nam P. Berard na sklepieniu, którego podniebienie iest okręgowé, a grzbiet paraboliczny.

Wszystko, co się tu o sklepieniach samych powiedziało, niezmienném pozostanie, chociaż przydamy do nich wezglowia lub inne iakie podpory. Iakoż, uważając sklepienie złożone ze dwóch części, iedney  $2M$ , stanowiącey klin śródkowy, drugiey  $N$  po obu stronach złączoney z wezglowiem: wi-



doczna, iż parcie poziome klina przenosi się całkowicie na krawędź obrotu wezłowania, tak, iakby się przelewało na ostatnią zewnętrzną krawędź sklepienia, gdyby nie było wezłowania. I w rzeczy samey, zastosowawszy w punkcie tym obrótu wezłowania, albo inney podpory, dwie siły: iedną pionową z dołu w górę, równą ciężarowi połowy sklepienia i wezłowania, drugą poziomą zewnątrz ku wnętrzu działającą, równą parciu klina; równowagę utrzymać potrafimy.

Siła pionowa iest stateczną, lecz pozioma zmienia się i zależy od klina. Ta to siła działa prawie zawsze, lecz niekoniecznie zawsze działa na wywrócenie wezłowania; gdyż zdarzyć się może, iż ono wywróconém będzie przez inną mnieyszą siłę: co się tak poiąć daie. Siła naywiększego parcia  $F$ , będzie to zawsze siła dążąca wezłowie posunąć; lecz bydź może inna siła  $F'$ , także parcie poziome, która nie będąc tak wielką, iak pierwsza, ma większy *moment*, od momentów trzech sił pionowych usiłujących obrócić sklepienie w stronę przeciwną; a więc to będzie  $F'$ , które działając skuteczniey, wywróci wezłowie. Dwa te skutki, obrócenie i posunięcie wezłowania, są od siebie całkiem niezależne: pierwszy bydź może skutkiem siły  $F$ , drugi zaś siły  $F'$ . A przeto, ieżelibyśmy oznaczyli  $Z$ , grubość wezłowania, dostateczną do utrzymania równowagi z siłą  $F$ , tedy mimo tey, wezłowie mogłoby bydź wywróconém od siły  $F'$ , chociaż pochodzącey od klina mnieyszego parcia, lecz działającey skuteczniey. Co się zaś tycze tego drugiego klina, który daie siłę  $F'$ , a który znać także koniecznie potrzeba, oznaczmy go nayłatwiey szukając *maximum*  $Z$ , w zrównaniu równowagi na nieo-



bracanie się zmieniając w niem  $\alpha$ . Co koniecznie na tym polega początku, iż siła ciężkości dążąc zawsze do sprawienia największego skutku, naysposobnieyszego w sklepieniu użyć musi klina.

Skoro tedy krom największego parcia, które sprawuie ruch poziomy albo posunienie, nayduie się albo naydować się może klin inny, który czyniąc *Z maximum* sprawuie obalenie; zdawaćby się mogło, iż dwie są osobne wartości na *Z*. Czuiemy przecię, iż zagadnienie więcey mieć nie może nad jedno rozwiązanie: te zatem dwa początki tak z sobą pogodzić należy. Iużto zawsze posunienie będzie skutkiem siły największego parcia, lecz skutkiem teyże samey siły dział się także będzie i wywrócenie; co takim sposobem poymować się daie. Siła *F*, która nie sprawiała wywrótu, działając na spoienie klina, z którego wynikała, przenosząc się na spoienia inne, trafić może na takie, które iey skutecznieysze daie zastosowanie, i zrządza obalenie silney podpory. To więc spoienie pod kątem naprzykład  $\alpha'$  wydadź powinno *Z maximum*, lecz w tym razie uważać należy *F* za ilość stałą. Można tedy wyobrazić sobie cztery spoienia pęknień, symetrycznie z obu stron sklepienia położone: klin zamknięty zwyczajnie między dwiema spoieniami wyższemi, sprawuie największe parcie *F*; siła ta nie działa na tych dwóch spoieniach, lecz się przenosi na dwa niższe, gdzie się wywiera z większym skutkiem i sprawuie obalenie wezgłowia.

Takie są ogólne zasady rozwinioney przez P. Berard teoryi, która odrzuca niepewność względem położenia spoień pęknięcia. Prawidła praktyczne do tego używane na za-



dney stały zasadzie oparte nie są, ani byż mogą stwierdzone doświadczeniami, z przyczyny mnogiej liczby i zmienności rzeczy wchodzących do oznaczenia spoięń pęknięcia.

Taż sama teoria zastosowana do sklepień baniastych.

24. Wszystko, co się tu rzekło o parciu sklepień kolébkowatych, stosuje się zarówno do sklepień baniastych; cała różnica zachodzi tylko w kształcie brył do równowagi przeznaczonych.

W sklepieniach kolébkowatych wyobrazwszy płaszczyzny prostopadłe do osi walca i równoległe do siebie, mamy tym sposobem warsty równej wcięż grubości; dla tego do syć iest uważać iednę z nich którąkolwiek. W sklepieniach zaś baniastych, płaszczyzny pionowe przez strzałę przechodzące, dzielą sklepienie na wykrawki, a cały kołowy wieniec, na którym sklepienie stoi, na pryzmata, złożone z dwóch boków prostych i dwóch krzywych, z których każdy utrzymuje ciężar wykrawka bani i każdy równoważyć się powinien z parciem tegoż wykrawka. Bania i wieniec kołowy, za wezłowie iey służący, będą w równowadze, i jeżeli którykolwiek z tych wykrawków i pryzmat mu odpowiedny równoważyć się będą. Można nawet wyobrazić przecięcie pionowe przechodzące przez szrodek wykrawka, oraz pryzmatu podpierającego, i założyć, że cały ciężar iest skupiony na tém przecięciu; tym sposobem wyrachować potrafiemy na płaszczyźnie przecięcia, działania wzajemne wykrawka i pryzmatu, tak iak w sklepieniu kolebkowatém, z tą odmianą tylko, iż w sklepieniach kolébkowatych przecięcia pionowe, proporcjonalne są powierzchnióm, kiedy w baniach ciężary wykrawka i pryzmatu iemu odpowiednego, nie mogą byż



wyobrażone przez powierzchnie pionowego przecięcia, iedno tylko przez objętości im odpowiadające.

To założywszy, można będzie naleźć zrównania równowagi, używając iednego z dwóch przypuszczeń; to iest, przypuszczenia klina z tarcie lub bez tarcia, oraz przypuszczenia dzwon kołowych spierających się. W hipotezie pierwszej, uważać będzie potrzeba dwie części wykrawków naprzeciw siebie leżących, iako ieden klin, resztę zaś przyrosłą do wezglówiów. Pozostanie tedy wynaleźć ów klin, który wywiera największe parcie  $F$ ; a potem znowu uważając  $F$  za stateczne, potrzeba będzie naleźć  $Z$ , za pomocą zrównania na równowagę. W hipotezie drugiej, trzymając się tegoż porządku, wypadnie odrzucić tylko tarcie, które tam swych skutków obiawiać nie będzie.

Wyrażenie poziomego parcia w sklepieniu iestto ciężar pewney iego części, dzieloney przez styczną kąta tey części odpowiedniego; przypominając więc ciężar wykrawka (18), (który iest częścią  $n^{\text{ta}}$  ciężaru całej bani i iest  $= \frac{2mcdx}{ndy}$ ) i dzieląc go przez  $\sin \alpha = \frac{dx}{dy}$ , otrzymamy na wyrażenie poziomego parcia  $F$  ilość  $\frac{2mc}{n}$ ; co iak widzimy, iest ilością stałą; a przeto *w sklepieniach baniastych, równie iak i w sklepieniach kolébkowatych, parcie poziome zawsze iest ilością stałą.*

Nie przytaczam tu iuż zrównań na równowagę tego rodzaju sklepień, gdyż droga prowadząca do ich otrzymania iest widoczna; w słowach tylko wyrażę, iż równowaga, dla nieobracania się, zachodzić będzie, *skoro ciężar bani mno-*



*żony przez wysokość walca wydrążonego czyli wez-  
głowia bani, i przez dosty $\alpha$ ; równy jest ciężarowi bani  
mnożonemu przez grubość wezgłowia zmniejszoną  
połową długości spoienia nasady, więcej ciężarowi  
wezgłowia mnożonemu przez połowę jego grubości.*

Posunięcie wezgłowia po podstawie podobnież nie nastą-  
pi, jeżeli ciężar bani pomnożony przez dosty $\alpha$ , mniey-  
szym będzie od ułamka wyrażającego tarcie, mnożo-  
nego przez summę ciężarów bani i wezgłowia.

Wyrażenie ci-  
śnienia prosto-  
padłego, które-  
go doświadcza  
każde spoienie  
w sklepieniu.

25. Wiadomość ciśnienia prostopadłego do spoienia, któ-  
rego doświadczaią klince, istotnie jest potrzebną w nauce  
budowania sklepień; a to, aby osądzić, czy kamień użyć się  
mający, wytrzyma parcie przez rachunek znalezione, a nastę-  
pnie, aby naznaczyć grubość  $k$  w nacyeńszém miejscu, któ-  
rą sklepienie mieć powinno.

Gdybyśmy przyłożyli do spoień, od których się poczyna  
sklepienie, dwie siły, iedną pionową równą ciężarowi poło-  
wy sklepienia, drugą poziomą, równą naywiększemu parciu  
 $F$ ; i gdybyśmy w iednym i tymże samym czasie przyłożyli  
do zamka siłę poziomą  $F$ ; oczewista, że połowa sklepienia  
stałaby w równowadze z temi trzema siłami. Widoczna bo-  
wiem rzecz przez się, że parcie oddziaływa po wszystkich  
klincach, i że się toż samo dzieie z siłą pionową. Stąd wypa-  
da, iż każde spoienie jest dotknięte dwiema siłami, iedną  $F$   
poziomą, drugą  $M$  pionową, równą ciężarowi wszystkich  
klinek nad tém spoieniem leżących: jest też dotknięte od  
dwóch sił drugich równych pierwszym a wprost im prze-  
ciwnych: i stąd nastaje równowaga i ciśnienie.



Skutek sił  $F$  i  $M$  należy rachować prostopadły do spoienia: summa dwóch ciśnień cząstkowych będzie ciśnieniem całym, czyli szukaną wartością  $P$ .

Ciśnienie częściowe od siły  $F$  pochodzące będzie  $=F.\text{dost } \alpha$ ; ciśnienie sprawione od siły  $M$  będzie też  $M.\text{wst } \alpha$ : stąd ich summa  $F.\text{dost } \alpha + M.\text{wst } \alpha = P$ .

To zrównanie da nam poznać ciśnienie  $P$ , iakiego doświadczają każde spoienie: pokazuje oraz, iż to ciśnienie dla zamka jest  $=F$ , a dla wezglłowia  $=S = M + N$ , gdy spoienie nasady jest poziome.

A że ciśnienie  $P$ , jest siłą odmienną dla każdego spoienia; stąd się wywiązać może ciekawe i pożyteczne zadanie: wiedzieć, na które spoienie ciśnienie  $P$  jest największe, i iakie jest wówczas wyrażenie wartości iego.

Naydziemy kąt  $\alpha$ , spoienia o które idzie, czyniąc  $= 0$  różniczkę wartości  $P$ , gdzie  $F$  uważa się za ilość stałą; a kładąc tam zamiast  $M$  wartość iego w funkcyi  $\alpha$ , daną przez postać sklepienia, będzie

$$M \text{ dosty } \alpha - F + \frac{dM}{d\alpha} = 0.$$

Wynalazłszy  $\alpha$  z tegoto zrównania i tę iego wartość włożywszy w zrównanie poprzedzające, otrzymamy szukane największe ciśnienie  $P$ .

PRZYBLIŻONA I PRAKTYCZNA NAUKA O RÓWNOWADZE  
SKLEPIENI.

26. Zastosowanie wyższego rachunku bywa niekiedy pełne niepokonanych przeszkod; bo zaniedbując w nim niektó-



rych względów, możemy od ścisłej prawdy odstąpić jeszcze bardziej, niż kiedy całkowicie polegamy na prawidłach praktycznych: a przeciwnie dając w nim wzgląd na wszystkie okoliczności, zadanie stanie się tak powikłaném, iż rozwiązać je często bywa rzeczą niepodobną. Nadto, w wielu razach niektóre fenomena fizyczne nie są jeszcze tak dobrze poznane, iżby ich skutki obliczyć było można; a przypuszczenia, iakie dla braku dokładnych wiadomości na ich miejsce przyymujemy, koniecznie prowadzą do wypadków niepewnych. I w takim właśnie stanie znajduje się teoria sklepień. Lecz z drugiey strony, dla tey niedoskonałości, teorią całkiem odrzucać, byłoby wielkim nierozsądkiem; gdyż teoria, tłumaczy nam wiele rzeczy w postępowaniu praktyczném, inne prostuje, albo mylnosc ich wytyka. Wszakże wypadki rachunku zawsze są prawdziwe, a jeżeli wypadki doświadczenia które do rachunku wprowadzamy są niedostatecznymi, potrzeba raczey, miast nich, podstawić inne, przesadzające wpływ siły burzącey, aby opór z nadmiarem otrzymać.

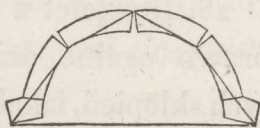
Sposób przybliżony PP. Lamé i Cleyperon.

27. Zpomiedzy dwóch przypuszczeń, na których polega teoria równowagi niedoskonałych sklepień, czyli nierównoważących się w sobie i ze swemi wezglłowami, większą mawziętość to przypuszczenie, w którym sklepienie wraz ze swemi wezglłowami uważa się za cztery drażki, niby zawiasami z sobą połączone; równego ciężaru każdy z osobna iedney ze czwórzech części sklepienia, z których dwie biorą się w iedno z wezglłowami iakoby zrosłe. Dwa naprzód drażki, są równie dwóm częściom sklepienia zamkniętym pomiędzy szrodkiem zamka a spoieniami mieysce słabych; dwa drugie,



dwóm częściom zamkniętym między temi spoieniami mieysc słabych, a podstawami wezłowiów. Liczne postrzeżenia przekonywają, iż dwa z tych niższe drażki, usiłują obracać się około zewnętrznych wezłowiów krawędzi, i że wtenczas dwa wyższe, dotykając się w zamku na grzbiecie sklepienia, opierają się krawędziami podniebienia, o spoienia mieysc słabych; co wyraźniej na figurze widzieć się daie.

Aby wynaleźć zrównanie równowagi pomiędzy temi drażkami, należy z pewnością wiedzieć położenie spoień, wedle których sklepienie otworzyć się usiłuje. Owoż z pomiędzy wszystkich spoień, które na niższej części sklepienia za takie uważać możemy, to będzie spoieniem mieysca najsłabszego, dla którego *moment* parcia wyższego drażka, na ruchomy koniec niższego, (biorąc za podporę zewnętrzną krawędź wezłowia) iest największy iaki tylko być może, porównany z momentem ciśnienia pionowego wywartego na tenże koniec ruchomy. Potrzeba więc obliczyć dwóch tych sił momenta, dla któregokolwiek punktu podniebienia, przez funkcją iedney zmienney, której wartość oznaczy się przez znalezienie *maximum* stosunku obudwóch momentów. Lecz w tym razie nalezienie *maximum* staie się prawie niepodobném dla wielkiego powikłania rachunku, do którego to działanie prowadzi. W takim stanie rzeczy przestaiemy pospolicie na szukaniu kilku tych stosunków, dla kilku spoień, od woli obranych, i to z nich bierzemy za spoienie mieysca słabego, dla którego ten stosunek momentów wypadnie największy.

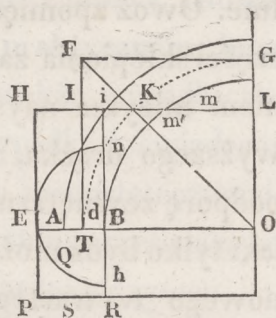




Sposób takiego trafunkowego wynaydowania mieysc słabych i na nim oparte warunki równowagi sklepień, wyłożyli PP. Lamé i Cleyperon (\*); którychto sposobu użyć możemy, ilekroć z dostateczną ścisłością parcie sklepień i opór ich wezglówiow obliczyć będziemy powinni. Wszakże w zwyczajnych budowlach, z zupełną ufnością polegać możemy na sposobach praktycznych, które nam Rondelet podaie (\*\*).

Sposób praktyczny oznaczania grubości wezglówiów.

28. Rondelet z wielkiej liczby doświadczeń wysłedził prawo ogólne działania równogrzbietowych kolebkowatych sklepień, iakabykolwiek była liniia tworząca ich podniebienie; a stąd wzór na grubość ich wezglówiow wyprowadził następującym sposobem: wykreśliwszy łuk pośrzedni  $GKT$ , w punktach iego  $G$  i  $T$  prowadzi styczne spotykające się w punkcie  $F$ , z tego punktu daie węgielną  $FO$ , przecinającą łuk w punkcie  $K$ . Punkt ten oznacza mieysce, w którym się wywiera naywiększa siła, i w którym sklepienie otwiera się, kiedy wezglowie zbyt iest cienne dla wytrzymania iego parcia. Przez punkt  $K$ , prowadzi linią poziomą  $IKL$  ograniczoną pionowemi  $OG$  i  $TF$ ; ta liniia pozioma oznaczać ma poziome wszystkich klinców parcie, a pionowa  $TF$  wyobrażać będzie zbiór sił pionowych. Łuk zatém pośrzedni  $GKT$  oznacza siły z obudwóch tych sił złożone. Część  $IK$  linii poziomey  $IKL$ , mnożona przez grubość sklepienia, którą tu wciąż iednaką bierze, wyobraża



(\*) Journal des voies de communications. St. Petersbourg l'année 1826. N. II.

(\*\*) RONDELET. Tome III. 5ème Livraison.



mu siłę parcia części niższej sklepienia; podobnież  $KL$  mnożona przez tę samą grubość ma znaczyć siłę części wierzchney. Obiedwie te siły, iako działające w strony wprost przeciwnie, w części się niszczą; a tak odcinając  $IK$  od  $K$  do  $m$  różnica  $mL$  mnożona przez grubość sklepienia daie siłę iego parcia. Siła ta działająca w punkcie  $K$  za ramię mieć będzie linią  $PH$ , to iest: prostopadłą z punktu  $P$  iako punktu stałego wezglowia do kierunku poziomego parcia wyprowadzoną; przeto iey natężenie czyli moment wyrazi się przez  $mL \times AB \times PH$ .

Temu parciu opiera się wezglowie: 1<sup>o</sup>d Własnym ciężarem, który wyobrażony iest przez iego przecięcie czyli powierzchnią  $EP \times PR$ , mnożoną ieszcze przez ramię siły  $PS$ , liniia ta oznaczoną zostanie przez spuszczoną prostopadłą ze śrózodka ciężkości  $Q$ . 2<sup>re</sup> Siłą ciężarów części wierzchniey, która iest  $= IF \times AB$ ; siła ta działa w punkcie  $K$ , więc ramię iey będzie  $HK$ . 3<sup>cie</sup> Siłą ciężarów części dolney, równą  $TI \times AB$ ; ta działa w punkcie  $T$ , więc  $TE$  będzie iey ramieniem. A tak w stanie równowagi złożyć się musi następujące zrównanie:

$$\overline{mL \times AB \times PH} = \overline{PE \times RP \times PS} + \overline{IF \times AB \times KH} + \overline{TI \times AB \times TE}.$$

Nazywając

$$\begin{aligned} mL \times AB & \dots\dots\dots p, \\ \text{wysokość wezglowia } EP & \dots\dots\dots a, \\ EH = TI & \dots\dots\dots d, \\ \text{stąd } PH & \dots\dots\dots a + d, \\ EB = PR & \dots\dots\dots x, \\ \text{stąd } PS & \dots\dots\dots \frac{x}{2}, \end{aligned}$$



$IF \times AB$ .....	$m$ ,
$IT \times AB$ .....	$n$ ,
część $iK$ poziomey $IKL$ .....	$c$ ,
$TB$ równe połowie grubości sklepienia.....	$e$ ,
stąd $HK$ .....	$c + x$ ,
$TE$ .....	$x - e$ .

Zrównanie poprzedzające tym sposobem przerobione i rozwiązane wyda,

$$x = \sqrt{2p + \frac{2pd + 2ne - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}.$$

To równanie służy do naleźnienia grubości wezglłowia, albo inney podpory, odpowiedney parciu wszelakich sklepien kolébkowatych wciάζ równey grubości.

Oznaczenie grubości wezglłowia przez wykreślenie.

29. Niech będzie, iakie się podoba mieć, podniebienie sklepienia; wykreśliwszy łuk pośrzedni  $TKG$ , sieczną  $FO$ , i przez punkt  $K$  poziomą  $IKL$ , prowadzę pionową z punktu  $B$ , która poziomą spotka w punkcie  $i$ , przenoszę  $iK$  od  $K$  do  $m'$  a  $m'L$  od  $B$  do  $h$ , toż podwóyną grubość sklepienia od  $B$  do  $n$ . Rozdzielam potém  $hn$  na dwie równe części w punkcie  $d$ , i z tego punktu, iako ze śrzdka, promieniem równym połowie  $hn$ , zatoczę koło; okrąg iego rozetnie linią poziomą  $AB$  w punkcie  $E$ ; część iey  $BE$  iest ową grubością, którą wezglłowiu dadź powinienem, i przy której ono będzie miało dostateczną stałość dla wytrzymania parcia danego sklepienia.

Oznaczenie grubości zamka w sklepieniu.

30. Grubość zamka, w sklepieniach mostów starożytnych iest między  $10^{\text{ta}}$  a  $12^{\text{ta}}$  częścią śrzednicy otworu. L. B. ALBERTI przestrzega, aby mnieyszą nie była od części piętnastey.



Doświadczenie pomysłnemi skutkami stwierdzone, wprowadziło we zwyczaj u inżynierów francuzkich, prawidło praktyczne naznaczania grubości zamka w wielkich mostowych sklepieniach, które to prawidło iest następujące (\*): *weź  $\frac{1}{24}$  część otworu sklepienia, do tey przyrzuc ilość stałą, to iest, iedną stopę długości; od tego odtrąć  $\frac{1}{144}$  otworu, a coć pozostanie, będzie to grubością szukaną.*

Co się zaś tycze grubości sklepień, nienoszących na sobie obcego ciężaru, to o niéy u Rondeleta czytamy co następuje. „Doszedłem tego, mówi on, równie iak P. Couplet, iż najmniejsza, grubość sklepienia kolébkowatego równey wciąż grubości, nie może bydź mnieyszą od piędziesiątej części promienia tego okręgu koła, którego połowa iest linią tworzącą podniebienie sklepienia.”

„Wszakże ponieważ kamienie i cegła, których do budowania używamy, nigdy nie są tak doskonałe, za iakie w teoryi są miane, można tedy za najmniejszą grubość w zamku, sklepieniom kolébkowatym od 9 do 15 stóp promienia, położyć cztery cale, bądź to są z iedney warsty cegieł rębem kładzionych, bądź też ze dwóch płazem ułożone będą; pięć zaś cali sklepieniom z kamienia miękkiego; lecz zawsze grubość tę należy powiększać aż do tego mieysca, gdzie się grzbiet ich ze ścianą łączy. Ale skoro pachy napełnione będą aż po mieysca, w których sklepienia pękają, wówczas grubość owa, w sklepieniu gockim czyli strzałkowym naprzykład,

---

(\*) SCANZIN. Programme du Cours de Construction.



może być  $\frac{1}{140}$  częścią promienia, a w sklepieniu półokręgowym  $\frac{1}{66}$  jego częścią.”

„Dla sklepień spłaszczonych i niezłożonym łukiem koła uformowanych, za najmniejszą grubość weźmiemy piątą część strzały łuku *GK*, to jest tego łuku, który jest zawarty między wierzchołkiem a miejscem, w którym sklepienie pęka; albo co iedno znaczy, część piątą wstawy odwrótny łuku, który jest łuku *GK* połową. To ostatnie prawidło równie dobrze stosować się daie, do sklepień gockich iak i do wszelkich sklepień kolébkowatych. Do wypadku tylko otrzymanego przez to działanie, dodamy ieszcze  $\frac{1}{144}$  część cięciwy łuku *GK* dla sklepień na roztworze gipsowym murowanych; dla sklepień zaś na zaprawie wapienney robionych  $\frac{1}{96}$ , a podobnież  $\frac{1}{72}$  dla sklepień z miękkiego ciosowego kamienia; ale to natenczas kiedy sklepienia obciążonemi być nie mają.”

„Grubość sklepienia wzrastać będzie od połowy zamka aż do mieysc słabych, gdzie sklepienie mieć powinno półtora raza większą, od grubości wynalezioney dla zamka.”

Budowanie  
sklepień.  
Tab. II.

51. Sklepienia mogą być robione z ciosu, płyty, i cegły, a być składane na zaprawie wapienney albo na roztworze gipsowym: niekiedy w budowaniu sklepień mieszają się te różne wātku rodzaie.

Iak przyciosywać kamienie podług pewney krzywizny podniebienia, iaki w każdym razie i mieyscu sklepienia, ma być kierunek i iaka *przemiana* spoiień, (*rachetement de joints*) tego wszystkiego obszernie uczy osobna umiejętność, ciesiołką kamieni nazwana. Przytoczyliśmy główne iey zasady w Części I<sup>ey</sup> pod liczbą 110, które równie dobrze, do



sklepień z płyty i cegieł, iak i do ciosowych przypadają. Stosując je do sklepień płytowych lub z cegły złożonych, okazuje się: 1<sup>o</sup> iż rzędy płyt lub cegieł będą się z sobą spotykały pod kątami, ile można, równemi; 2<sup>re</sup> iż spoienia pionowe pójdą w przewieź, poziome zaś wciąż i równoległe; 3<sup>cie</sup> nakoniec, iż ściany spoień i łożyska warst będą węgielne do podniebienia. Podług tych prawideł porobione związki kamiennego materyału w Części I<sup>ey</sup>, (Tab. III. wzory 15 . . . . 22) wszystkie, iako pierwiastki murów krzywych, użyte bydź mogą w budowaniu sklepień. Przydaiemy tu jeszcze ieden związek cegieł przykrzesanych (wzór *C. D.*), dla złożenia mocnych krawędzi w sklepieniach krzyżowych.

Iakikolwiek materyał do budowli sklepienia obrany będzie, zawsze robota wykonywa się na obłęczystém drewnianém łożu, które pod ciężkie ciosowe sklepienia robi się z tramów grubych, pod małe zaś i lekkie ceglane wiąże się z tarcic. Ten szczególny do budowania sklepień służący przybor składa się z osobnych *kraźyn* (cintre). Te, iakby odcinki drewnianych kręgów, mają obwód taki właśnie iaka ma bydź krzywizna podniebienia, i powstają albo z tramowey więźby, iakby z cięciw i promieni ułożoney (wzór 7. 8. 9),

Wzór 7. 8. 9.

albo z dwóch warst naprzemian gwoździami skowanych tarcic (wzór 10). Kraźyny rozstawiamy pionowo w równey od siebie odległości, końcami oparte o poziomie leżące wedle ścian *podkładziny*, których tym iest więcey, im sklepienie obszerniejszém będzie. Podkładziny podparte są *stupcami*, które wiążą się pomiędzy sobą *mieczami*, z tarcic albo łąt,

Wzór 10.



mocno przybitemi. Na tak ustawionych krążynach kładzie się drewniany *pomost* naśladowujący krzywość podniebienia. Pomost ten albo iest z tramików iak szczeble ułożony (wzór 7), albo z tarcic szczelnie i w przewież usłany (wzór 10). Nadto, tarcicowy pomost iużto całkowicie od razu, iuż, dla wygodniejszego rzemieślnikowi stania, robi się następnie w miarę wznoszącego się sklepienia, z deszczek wcześniej przygotowanych. Czasem też sklepieniowe łoże wyrabia się z nasypanej ziemi lub z gruzu namurowane bywa (wzór 9).

Kiedy sklepienie ma bydź z ciosowego kamienia, natenczas kładzenie ciosowych iego kłińców, odbędzie się zachowując te wszystkie prawidła, które wymieniliśmy mówiąc o murze ciosowym (C. I. 112). Kiedy zaś sklepienie składać się będzie z płytowego kamienia młotem tylko zgruba okrzezanego, wówczas pod każdą płytę rozpościera się warsta zaprawy równie na pomoście sklepienia, iak i na sąsiedniej iuż położonej płycie. Lecz nim się ta na miejsce swoje położy, trzeba ją w wodzie ponurzyć, iżby się zaprawy lepiej imała i z prochu opłókaną była. Po położeniu każdą też płytę do drugiej przycisnąć należy, uderzając młotkiem mularskim.

Ponieważ łożyska warst i ściany spoień zawsze węgielne bydź mają, a płyta iest równoległościenna, przeto ściany iey spoień na pomoście leżące szczelnie przystawać będą, lecz na grzbiecie sklepienia rozwarte bydź mogą; dla tego więc płytkami kamienia skałkami oklinować tu ie należy, i dobrze rozrzedzoną zaprawą z góry pozalewać.



Toż samo postępowanie ściśle zachowywane będzie przy budowaniu sklepień ceglanych; tylko, że gdy cegły są formniejsze od płyty i zawsze znacznie mniejszey objętości, łączney się tedy podług krzywizny ułożą i nie będą miały spoięń rozwartych na grzbiecie sklepienia, stąd też nie będzie potrzeby skałkami ie zapelniać. Nadto, zaprawę z cebrzyka samą cegłą, dla pośpiechu, czerpać można, i w czasie kładzenia rozpościerać po położoney iuż cegle.

Sklepienie ceglane dłużey na krażynach utrzymywane bydź powinno niż sklepienie ciosowe, a nawet niż płytowe; a to z przyczyny znacznie w niem większey ilości zaprawy; którey też czas do skrzepnienia dłuższy zostawić należy. Siła bowiem zaprawy wiążąca części sklepienia, iest w stosunku powierzchni spoięń, porównaney z objętością klinców. Iakoż, kliniec ciosu iedney stopy sześcienney łączyć się może z przyległemi sobie, z każdym podług iedney stopy kwadratowey, a tak dotyka się innych na obszerności stóp czterech. Lecz ieżeli na miejsce ciosowego klinca położymy trzy płyty kamienne, tedy zaprawa łączyć ie będzie na powierzchni ośmiu stóp kwadratowych. Nakoniec, używając cegieł, gdy tych w teyże objętości może bydź dwadzieścia siedm, przeto dotykające się zaprawy powierzchnie rozwinięte, dadzą razem trzynaście stóp kwadratowych. Tak więc siła wapna, kamienie wiążąca, będzie iak cztery: płyty, iak ośm: a cegły, iak trzynaście. Stąd wypada, że sklepienia z płyty, przez połowę mniejsze parcie mieć powinny od sklepień ciosowych; ceglane zaś cztery blisko razy mniejsze. Mała ilość zaprawy używana do sklepień ciosowych okazuje, iak w nich mało



też na iey mocy wiążącey polegać należy. Ale są inne sposoby, których z wielkim skutkiem do sklepień ciosowych używać można: iako spony i czopki metalowe, które statecznie naidziemy w starożytnych rzymskich ciosowych sklepieniach. Sposoby te lepsze są w tym razie od zewnętrznych ściągających więzów i kotwi żelaznych, dziś w użyciu będących.

Starożytni Rzymianie, polegając na wybornych przymiotach swoiey zaprawy, często robili sklepienia z samego gruzu maczanego w kąpeli zaprawy wapienney, czyli odlewali ie raczey z małych okruszyn i kawałków purchatego kamienia (pumex) lub tufu wśród obfitey zaprawy w nieładzie rzuconych. Czasem też do wierzchnich części wielkiego sklepienia używali tego lekkiego kamienia sposobem ciosu; lecz częściey taką gruzową robotę przewiązywali wzdłuż i wpoprzek pasami płyty lub cegieł. Przykłady muru takiego widzieć w Części I. Tab. III. wzory 15 i 16.

Kiedy sklepienie z płyty, cegły, bądź też z gruzu starannie zrobione będzie; kiedy ma grubość przyzwoitą i do zupełnego w niem skrzepnienia zaprawy na krążynach się wystoi; tedy stanowi na przyszłość iedną bryłę, żadnego niewywieraiącą parcia.

Czas i sposób  
wymowiania  
krążyn.

52. Ponieważ chwila, w której się wymuią z pod sklepienia krążyny, iest dla niego nayniebezpiecznieyszą, potrzeba więc w tey czynności postępować z przyzwoitą rostopnością. I tak, pierwey należy obudzić działanie w częściach niższych opieraiących się, niżeli w wierzchnich, od których parcie pochodzi. Prócz tego, częściom niższym skle-



pień zwyczajnych dopomozd winniśmy do oparcia się sile części wyższych; i stądto urosło następujące budownicze prawidło: *dopóty nie wymuy krążyn zpod sklepienia, dopóki pachy lub kosze iego, wyżey mieysc słabych ciężarem zapetnione nie będą.* Oswobodzenie tedy sklepienia poczynać należy od części niższych i daley z dołu do góry postępować. Czynność ta dziać się ma z pewnemi przestankami, których liczba i trwanie zależeć będą od obszerności sklepienia i świeżości zaprawy. Sklepienie z płyty albo z cegły od dwónastu lub piętnastu łokci średnicy potrzebuie, w letniey porze, dwóch naymniey miesięcy, iżby w nim zaprawa stężała do stopnia przyzwoitego, i aby po odjęciu krążyn nie okazała po sobie szkodliwego skutku. Zwyczajnie po sześciu upłynionych miesiącach zaprawa tak mocno łączy cegły, iż parcie sklepienia zupełnie ustaie.

Przy zawarciu sklepienia pilnie ieszcze uważać potrzeba, aby go nie wstrząsniono przez zbyt silne zamka wpędzanie, ani też go oklinowywać gwałtownie nie należy; od tego bowiem sklepienie wstrząsa się i w pachach podać się może, zwłaszcza gdy pachy nie są ieszcze przyzwoicie obciążone.

Sklepiąc na roztworze gipsowym wszystkie wyżey napomknięte ostrożności zachować należy, i ieszcze pilnie baczyć na skutki z rozszerzalności gipsu pochodzące; z tych bowiem powstaie osobne parcie, większe częstokroć od parcia właściwego sklepieniu. Dla tegoto poznawszy należycie własności mającego się użyć gipsu, a mianowicie siłę iego wiążącą i siłę rozszerzalności, dopóty nie godzi się zawierać sklepienia, dopóki ich skutek na częściach niższych iuż położo-



nych, zupełnie dokonanym nie będzie. Dla tych też własności gipsu, krążyny sklepień na nim złożonych, we dwa albo trzy dni po osadzeniu zamka wyięte bydź mogą.

Żebra, pasy i  
koszyki skle-  
pień.

Wzór 10.

33. Na sklepieniu zwłaszcza jednostayney grubości, którego grzbiet z poziomem ma bydź zrównany, dajemy wąskie kliniaste ścianki w równey od siebie odległości; a pomiędzy nie w pachy albo kosze sklepienia gruzu sypimy, i zwierzchu go warstwą zaprawy pokrywamy (wzór 10). Niektórzy budownicy zamiast obciążania grzbietu przez nałożenie gruzu w pachy sklepienia, dają w nich raczey bezpośrednio albo też na ściankach kliniastych, poprzeczne małe sklepienka, które zowią *wylotami ślepemi* (fausse lunette). Ten sposób, pokazany na wzorze 10 pod literą *a*, jest całe dobrym, zwłaszcza użyty do sklepień ceglanych małej grubości; gdyż unikamy przezeń zbytecznego pach obciążania.

Wzór 11.

Sklepienia krzyżowe wymagają, iżby ich kosze całkowicie gruzem naładowane były, i prócz tego, po krzyżujących się krawędziach potrzebują żył i utwierdzających (wzór 11).

Wzory 11, 12,  
14, 15.

Kiedy dla mocy sklepień, osobliwie ceglanych albo w części z gruzu odlewanych a w części z kamienia robionych, dajemy żebra czyli żyły pionowe, i te przewiązujemy w poprzek takimiż z kamienia lub cegły pasami, wtedy więzy te albo wciąż są równey ze sklepieniem grubości, albo, będąc grubsze od sklepienia, na niem są wydatne, iużto na powierzchni grzbietu (wzór 11 i 12), iuż na podniebieniu (wzór 14 i 15). W tym ostatnim przypadku, na podniebieniu pomiędzy krzyżującemi się żyłami, tworzą się tak nazwane *koszyki* (caissetons) ze dnami mniejszą grubości sklepieniu dającemi.



Jeżeli te koszyki wypadają zaobszerne i zagłębokie, wtedy, dla umniejszenia wielkich i cienkich den, zagłębienia ich stopniowane czynimy. W sklepieniach z cegły, albo z gruzu odlewanych, robota koszyków łatwo się uskutecznia; dosyć jest bowiem na przygotowanym pod sklepienie pomoście rozsadzić w przyzwoitym szyku z deszczek sklecone guzy, takiej właśnie postaci, iakiej byź mają te wklęte na sklepieniu koszyki, a nawet i ozdób w nich rzeźbiarskich z gruba ukształtowane iądra, podczas roboty sklepienia, osadzać się mogą. W sklepieniach z kamieni ciosowych dla dwóch pobudek wyźłobiamy koszyki; albo dla zmniejszenia grubości a przez to ciężaru sklepienia, albo dla zrobienia obszerniejszego pola do rozwinięcia ozdób rzeźbiarskich: w obudwóch razach sklepienie nie traci na mocy, a lżeyszém się staie.

Postać koszyków sklepieniowych nie jest dowolną; zależy ona od kierunku żeber i pasów po sklepieniu prowadzonych i od kształtu sklepienia. Żyły te w ogólności byź mogą, iedne pionowe, drugie poziome: albo i iedne i drugie pod pewnym kątem iednako do poziomemu nachylone. Ten ostatni szyk więzow sklepieniowych wyrodził się snadź ze sposobu zasklepiania w łuki ieden na drugim oparte, którego sposobu wzór 15 daie wyobrażenie. Albo też mogło się stać przeciwnie, to jest: kamienie do zrobienia żeber ukośnych rębem użyte i w strzałki zetknięte, podały myśl do zasklepienia bani łukami na sobie wspartemi. Wzór 14 daie wyobrażenie żeber ukośnych, gdzie kamienie, składaiące rząd każdy sposobem łuków sklepionych, pod pewnym kątem z sobą są spoione.

Wzór 15.



W sklepieniach kolébkowatych żyły pionowe, w równey od siebie odległości będące i przecięte takóŜ poziomemi, wydadzą koszyki równe sobie kwadratowey postaci; żyły zaś ukośne, przecinaiące się nawzajem, wydadzą takŜe koszyki równe, postaci ukośnych kwadratów.

W sklepieniach baniastych, południkowe i równoleŜnikowe więzy z dołu do góry cienieiące, wydadzą teŜ coraz mniejsze koszyki, postaci trapezowey: a ieŜeli w nich więzy ukośnie prowadzone były, koszyki wówczas będą czworokątne *sucharkowate* czyli *łazankowate* (en losange). Na sklepieniach kopankowatych, żyły tylko pionowe i poziome naidować się mogą. W krzyŜowych sklepieniach, żyły utwierdzające ich budowę, ieŜeli na podniebieniu będą wydadne, tedy będą tylko na krawędziach płatków tróykątnych z których się składa powierzchnia tych sklepień; to iest, właśnie w tém miejscu, w którym przypada parcie złożone z parcia pojedynczych kolébek (20). Podniebieniu zatém krzyŜowych sklepień koszyki nie słuŜą.

A Ŝe sposób sklepienia płytą albo cegłą w łęki ieden na drugim oparte, właściwszym iest dla sklepień baniastych niŜeli dla którychkolwiek innych; i Ŝe kamienie w strzałki ukłádane wtenczas tylko kabłakowate pasy dobrze zastąpić mogą, kiedy są uŜyte do sklepień małych; przeto koszyki postaci sucharkowatey, (z takiej zamiany iak rozumiemy nastąte), właściwsze będą na małych baniastych sklepieniach niŜ na rozległych lub wszelkich kolébkowatych. Ŝe zaś pasy poziome i pionowe Ŝebra przypadają właśnie w kierunku działającego ciężaru, i opierających się mu klincowych łóŜysk; więc



też i postać koszyków, z takiego żył kierunku wypadająca, jest naywłaściwszą postacią dla wszystkich, a mianowicie kółbkowatych i obszernych baniastych sklepień. Wzór 15.

Wzór 15.

Jeżeli iednak na rozległych sklepieniach żyły pionowe i poziome w znaczney od siebie leżą odległości; wtedy dla większey ich mocy, w mieyscach, gdzie się nawzajem pierwsze z drugimi krzyżują, powiększamy ich obszerność: a to powiększenie robimy przez odcięcie koszykom rogów, i tym sposobem czworokątną ich postać w ośmiokątną zmieniamy. Tak więc, postaci koszyków sklepieniowych: kwadratowa (wzór 1), sucharkowata (wzór 2), ośmiokątna (wzór 3), wynikają wszystkie z dobrze wyrozumianey konstrukcyi sklepień. I dla tego to naturalnego ich pochodzenia, za nayıpieknieysze powszechnie są miane, i nayeczęściej używane były w lepszych budowlach rzymskich. Znaydujemy wprawdzie w starożytnych rzymskich, zwłaszcza późnieyszych sklepieniach, koszyki rozlicznych kształtów: są sześciokątne (wzór 4), pięciokątne, gwiazdowe, krzyżowe i t. p.; ale te w używanie wprowadziła chęć nowości, lub niewiadomość. U starożytnych Greków koszyki w stropach kamiennych, u Rzymian w stropach i sklepieniach były ulubioném polem do rozsadzania rzeźbiarskich ozdób. Późnieysi sameż koszyki za przyozdobienie sklepień uważać poczęli; i to błędne przekonanie naybardziej, rozumiem, wpłynęło na przetworzenie ich pierwotnych i prostych postaci w późnieysze dziwaczne kształty.

Tab. III.

Wzory 1, 2, 3.

54. Przyozdobienie sklepienia, iako i innych budowli członków, pospolicie złożone bywa z kilku symetrycznych *działnic* (compartimens).

Przyozdobienie sklepień.



W sklepieniach, w których żebra i pasy wystające dzielą podniebienie na części symetryczne, też same żebra i pasy ograniczają dzielnice ozdób w podniebieniu rytych, i są czasem przyozdobione:

Wzór 1. 1) *Liścianką* (rinceau, *Laubwerk*), to iest, z liścia najczęściej akantowego symetrycznie ułożoną ozdobą. Wzór 1. *A.*

Wzory 5 i 6. 2) *Plecionką* (entrelacs), to iest, niby plecioną z taśmy i różyczkami poprzetykaną robotą. Plecionka bywa pojedyncza (wzór 5), albo dwoista (wzór 6).

Wzór 7. 3) *Równianką* (guirlande), to iest, pękiem sutym gałązek, liści, kwiecica i owoców równo dobranym (wzór 7).

Miejsce pomiędzy pasami zamknięte i w sklepieniu zagłębione, albo iest pojedynczą i płytką *wnęką*, albo ieszcze na kilka małych koszyków cieńszymi pasami rozdzielone bywa (wzór 1). Wnęk takich, albo koszyków piętrzone ściany, które stanowią dla ich den płaskich (panneaux), iakoby ramy, pospolicie złożone są z wklęsłego i wypukłego *laskowania* (mouluures). Powierzchniom tych lasek i żłobków zwykle się daia następujące rzeźbiarskie ozdoby:

1) *Bisiorki* (perles); *Iagódki* (grains de chapelet) naprzemian z *krążkami* (pirouettes) ponizane.

2) *Łękotki* (arceaux); *Brozdki serduszkowate* (rais de coeur); Liście *strzępiaste* lub *wodne*.

3) *Echiny* (oves) to iest, ptasie iaia w pewney oprawie strzałkami albo liśćmi porozdzielane.

Te i tym podobne, na laskowaniu rzeźbiarskie ozdoby, pomieszczone są we wzorach Tablicy XII.



Przyozdobienie den koszykowych i wszelkich wnęk na sklepieniu rozmaite bywa; iakoto:

1) *Kwiaton, kwiatonik* (fleuron, *Blumenwerk*), to iest, z kwiatów i liścia, albo też z głąbików i kwiecica ozdobna rzeźba.

2) *Róża* czyli *Rozeta* (rosace, roson), ozdoba z liścia na podobieństwo kwiatu róży ułożona (wzory 8 . . . . 11).

3) Nakoniec *Płaska-rzeźba*, wyobrażająca postaci ludzkie i zwierząt, naczynia i sprzęty.

Sklepienia, które wyszły z rąk rzemieślnika z podniebieniem gładkiem, naywłaściwiej przyozdabiać *arabeskami* plastyczney albo malarskiej roboty. Tym lub owym sposobem wykonane arabeski powstają zwykle z udawanych lekkich postaci rzeczywistych albo fantastycznych istot, ze świetnych i harmoniynie dobranych kolorów, których gra dla oka, w symetrycznych postaciach, podobną iest miłey uchu grze tonów muzycznych, trwaniem czasu rozmierzonych. A iako w muzyce przebiia się myśl pewna albo uczucie panujące, tak równie w arabeskach naydziesz pewne godło do wyczytania. Wzory i przykłady tego rodzaju ozdób, godne naśladowania dla cudney prostoty, trafnych myśli, miłey oku gry kolorów i szczęśliwego wyboru postaci nadobnych, zostawili nam starożytni Rzymianie, a mianowicie w łaźniach Tytusa i w budowlach herkulańskich malowanych; w willi zaś Adryanowey plastycznych arabesków.

Dzielnice przyozdobień arabeskowych zawarte bywają *brzegami*. Brzegi te złożone są pospolicie z liści, kwiatów, prątków, lub czego tym podobnego, w pewnym szyku uży-



tych, któryto szyk nastaje z powtórzenia przez całą długość jednego układu, iakoby pierwiastku ozdoby, i stanowi *szlak* arabeskowy lamówkami obięty, iak iest *np. węglownik* i *skretek* (*guillochis*). Wzory *B. C.* Lamówki szlakowe są to zwykle wąziutkie smugi i ciągłe prążki wysokich kolorów.

Okrasą dna czyli tła arabeskowych ozdób stanowią zwykle:

1) Liście, kwiaty, głąbiki i prątki roślinne, symetrycznie splecione.

2) Naczynia i inne sprzęty całe lub poprzetwarzane i wplątane w roślinne zwoje.

3) Zwierzęta, ptaki i ryby, rzeczywiste albo potwornie zmyślane, iako to: *gryfy D, pegazy E*, i tym podobne babcie twory.

4) Niekiedy ludzkie osoby, niby duchy iakie w powietrzu igrające, są dna okrasą; a czasem tym postaciom imaginacya obce przydaie części i tworzy z nich Dziewice sławy (*renommée*), Pacholeta skrzydlate (*les génies, les amours*) i t. p.; co większa, ich postać ludzką przetwarza od połowy w krzak naprzykład liściowy, w rybę, zwierza, lub inną fantastyczną ozdobę. Wzory *F, G, H, I, K, L, M.*

Z takich to ozdób plastycznych, albo kolorowych obrazów, złożone przyozdohienia sklepień, stawia nam przed oczy wzory Tab. III. Wzór 12 i 14 na rozplaszczoney powierzchni sklepienia kolébkowatego. Wzór 15 na éwiartce bani kołowej. Wzór 16 na tróykątney części podniebienia wielościenney bani. Wzór 15 na tróykątnym klinku sklepienia hełmowego. Wzór 17 na rozplaszczoney także części tróykątney krzyżowego sklepienia.



## R O Z D Z I A Ł II.

## S T R O P Y.

35. Strop w powszechności iestto każde poziome, wewnętrzne, a mianowicie drewniane, budowli nakrycie; wszakże są stropy z kamienia, a bywały ze spiżu albo mosiądzu.

Drzewo w skład drewnianego stropu wchodzące iest wielorakie: brusy, belki i tramiki, stanowią *powagę* czyli osnowę stropu; deski zaś składają *ściel* czyli pomost stropowy. Liczą trzy główne rodzaje stropow. Jedne, których powaga składa się z belek równoległych, wspartych końcami na ścianach, albo na grubszych belkach czyli brusach (*poutré*) w poprzek nich położonych. Tab. IV, wzór 1. Drugie, mają powagę z belek, niesięgających od ściany do ściany, lecz na sobie wspartych i wspólnie połączonych. Wzory 7, 8, 9. Trzeciego rodzaju stropy są bez powagi, lecz całkowicie z tarcie złożone. Wzory 10 i 11.

Tab. IV.  
Wzór 1.

Wzór 7, 8, 9.

Wzór 10, 11.

W stropach mamy do uważania moc, trwałość, sposób ich budowania i przyozdobienie.

36. Moc stropów drewnianych przy iedney w świetle między ścianami szerokości, idzie *w stosunku prostym, złożonym z szerokości i potęg drugich wysokości, a w odwrotnym rozsadzenia czyli odległości belek, za główną osnowę im służących.*

Moc i trwałość stropu.

Rondelet z licznych postrzeżeń wydobyte podaje nam prawo na grubość belek, twierdząc: iż do złożenia stropu



przyzwoitey mocy, wysokość ich w poprzeczném przecięciu bydz powinna  $\frac{1}{4}$  częścią długości w świetle między podpartemi końcami; ieżeli taka będzie między belkami odległość, iaka iest ich grubość. Stąd belki kwadratowe stropu na sześć łokci szerokiego będą na 6 cali wysokie, i na tyleż rozsadzzone pomiędzy sobą. Ilość drzewa na osnowę takiego stropu taż sama wywdzie, iakaby była potrzebną na strop pełny, złożony ze spoionych dylów grubych na 3 cale. Gdyby pierwszy, tak iak iest drugi, był pełnym; tedy moc złożonego z sześciocalowych belek do mocy złożonego z dylów trzy calowych byłaby iak 4 : 1; lecz że pierwszy ma pomiędzy belkami próżną, równą ich bryłowatości przestrzeń; przeto stosunek ten mocy przywodzi się do stosunku 2 : 1, to iest, strop pełny złożony z dylów trzycalowych ma tylko połowę mocy stropu, który tyleż drzewa zabiera, lecz iest złożony z belek sześciocalowych, na sześć cali od siebie odległych. Z tego widoczna okazuje się korzyść, w ilości drzewa i mocy, czyniąc powałę stropową z silnych belek i w przyzwoitey rozsadzonych odległości. Rozsadzenie brusów, na których belki leżą, iest zwykle łokci 6. Grubość ich powinna bydz, podług Rondeleta,  $\frac{1}{8}$  częścią długości w świetle między ścianami.

Autor angielski TREGOLD, którego NAVIER przytacza (\*), podaje następujące praktyczne prawidła na wymiary drzewa, wchodzącego w skład powały stropowej.

W stropach pospolitych, gdzie belki rozsadszone bywaią na

---

(\*) NAVIER. Résumé des leçons sur l'application de la Mécanique etc, 1ère Partie. Paris 1826.



iednę stopę (angielską) śrzodek od śrzodka, nazywając  $a$ ,  $b$ , szerokość i wysokość belki w calach;  $c$  długość w stopach między podpartymi końcami; wymiary belek, których szerokość nie może być mniejszą od 2 cali, naznacza się czyniąc:

$$b = 2, 2 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}}, \text{ dla sośniny; } b = 2, 5 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}} \text{ dla dębiny.}$$

W stropach złożonych z belek podłużnych i krótszych poprzecznych, z belek łączących po wierzchu, i drugich cieńszych zpod spodu tramików, do których przytwierdzaią się łąty stropu podrzucanego.

1<sup>o</sup>d Belki rozsądzone, najdaley w odległości stóp 10, mieć będą

$$b = 4, 2 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}}, \text{ albo } a = 74 \frac{c^2}{b^5} \dots \text{ dla sośniny;}$$

$$b = 4, 54 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}}, \text{ albo } a = 82 \frac{c^2}{b^5} \dots \text{ dla dębiny.}$$

2<sup>re</sup> Belki poprzeczne, oprawne w podłużnych, miewaia rozsądzenie od 4 do 6 stóp, a wymiary

$$b = 3, 42 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}}, \text{ albo } a = 40 \frac{c^2}{b^5} \dots \text{ dla sośniny}$$

$$b = 3, 52 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}}, \text{ albo } a = 44 \frac{c^2}{b^5} \dots \text{ dla dębiny.}$$

3<sup>cie</sup> Wymiary belek wierzchnich miarkuia się podług dwóch pierwszych wzorów.

4<sup>te</sup> Tramików dolnych, które słužia tylko do utwierdzenia łąt, szerokość większą nad 2 cale bydz nie ma; wysokość zaś oznacza się podług następujących wzorów

$$b = 0, 64 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}} \dots \text{ dla sośniny,}$$

$$b = 0, 67 \sqrt[5]{\frac{c^2}{a}} \dots \text{ dla dębiny.}$$



Doświadczenie uczy, iż do złożenia stropu należy brać drzewo w zupełney sile i w dojrzałym wieku ścięte; gdyż młodociane wążte jest, i prędko butwieie; kiedy tamto przez kilkaset lat całą swą siłę dochować może.

Brusy także i belki lepiej jest z całej kłody przez ociosanie wyrabiać, niż z rozpiłowaney na części, chociażby najgrubszej kłody; gdyż tu stożkowate drzewa słoie rozcięte, nie mają już takiej mocy, iak tam w całości pozostałe. Tramiki zaś, dyle i deski, daleko są mocniejsze i trwalsze z dojrzałego, chociaż popiłowanego drzewa, niż wyciosane z bierwion młodocianych.

Nadto, aby z kłody danego kołowego przecięcia, otrzymać wysokość i szerokość brusa lub belki najmocniejszey, potrzeba pierwszą do drugiey w takim stosunku uczynić, iak są liczby  $\sqrt{2}:1$ . Iakoż, wpisawszy w poprzeczne kłody przecięcie prostokąt i nazwawszy  $c$  średnicę,  $y$  wysokość,  $x$  szerokość tego prostokąta;  $xy^2$  musi mieć wartość największą, iżby poprzeczne belki, tych wymiarów, przecięcie było najmocniejsze. Ponieważ na to koło mamy zrównanie  $y^2 = c^2 - x^2$ , będzie tedy  $xy^2 = cx - x^3$ . Tego ostatniego wyrażenia szukając *maximum*, znajdziemy go na  $x = c\sqrt{\frac{1}{3}}$ ,  $y = c\sqrt{\frac{2}{3}}$  stąd  $x:y = 1:\sqrt{2}$ .

Galileusz szukając kształtu, iakiby belki mieć powinny, aby były bryłami równego oporu, znalazł: iż belka ograniczona z wierzchu dwiema połami dwóch parabolicznych walców, których kierownice są na płaszczyźnie pionowey, ma tę równego oporu własność. Lecz taka postać belki wtenczas tylko nadaie iey własność równego oporu, kiedy ciężar



statecznie do iednego punktu zastosowanym będzie; ale kiedy ciężar zmienia swe położenie, iak to nacyjęściey zdarza się na stropach, podówczas rzeczona bryła, aby bydz mogła równego oporu, połami walców eliptycznych ma bydz ograniczoną.

Lecz, ponieważ te elipsy obeymuią linie krzywe paraboliczne ograniczające bryłę w pierwszym przypadku, to iest, kiedy ciężar ma położenie stałe; bryła więc elipsami ograniczona, będzie miała zbytek oporu wszędy, krom tego tylko iedynego mieysca, w którém iest ciężar do niey zastosowany.

Kiedy ciężar po belce iednostaynie rozłożonym będzie, wówczas belka, dla równego oporu, dwiema iednako pochyłemi płaszczyznami, z wierzchu zakończona bydz musi.

Kiedy nakoniec belka własnym tylko ciężarem uciska podpory, na których leży końcami wsparta, natenczas dla równego oporu z wierzchu zakończoną będzie równemi częściami dwóch parabol, których osiami będą linie pionowe przez końce belki poprowadzone (\*).

Naostatek przez umiejętne użycie i połączenie razem wszystkiego w skład stropu wchodzącego drzewa, moc iego w kilkoro nawet powiększyć można; a tak przemysł cieśli i drzewa oszczędzić i niedostający mu siły będzie mógł nadstarczyć. Widocznie się o tём przekonamy roztrzasaiać budowę niektórych dowcipnie ułożonych stropów.

57. W stropie pospolitym, który *pułapem* zowią, belki sobie równe kładą się wpoprzek nakryć się mającey przestrzeni i w równey od siebie odległości (wzór 1); a tych koń-

Budowanie  
pospolitego  
stropu.

Wzór 1.

(\*) NAWIAZ wyżej przytoczonego dzieła n. 401 i dalsze.



ce wprzód smołą obmazane i korą brzożową obwinięte, albo się wprost osadzają w murze (*A*), albo w innych oprawiają wzdłuż ściany wewnątrz (*B*), lub wedle niej położonych tramach (*C*); które w każdym razie *oczepami* (lambourde) nazywać mamy.

Często dla niedostatku, albo przez oszczędność większych tramów, do stropów nieprzechodzących szerokością 10 łokci, bierzemy krótsze a przez to cieńsze belki i te kładziemy wzdłuż przestrzeni na iednym lub kilku brusach wpoprzek iey leżących, które *podciągami* albo *siestrzanami* zowią (soggière). Końce tramów łączą się z brusem podciężnym przez zacięcie kaniaste (*D. E*); niekiedy też dla nienadwątlenia brusa dają się wzdłuż niego dwa tramiki na sakwowych strzemionach zawieszzone i przeznaczone do przyięcia tylko końców belek (*F. G*). Na takiej dopiero osnowie czyli powale stropu, pierwszym albo drugim sposobem zrobioney, rozpostarłszy iedną albo dwie warsty deszczek, mamy dokonaną pospolitego stropu budowę.

Uzbroienie  
brusów.

Wzór 2.

58. Jeżeli podciągi są przez się tak słabe iż na nich bezpiecznie nie można oprzeć ciężaru całego stolowania, przydaiemy im wtedy wzmacniające uzbroienie. Pierwsze, które wyobraża wzór 2, składa się z dwóch krokwi szczelnie na środku brusa zetkniętych z sobą i wedle długości przez zacięcie zębione, ukośnie z nim poiednoczonych. Trzymają się go ściśle, będąc przymocowane przewięzią żelazną; iedną iest na środku, a po dwie ich lub więcej po końcach brusa. Te ostatnie prostopadłemi do krokwi uczynić, w drzewo na całą ich grubość wpuścić i wszystkie gwoź-



dziami przybić należy. Aby pojąć skutek podobney zbroi, wiedzieć potrzeba, iż brus tak opatrzony, nie pierwey pod ciężarem ugiąć się może, aż włókna w krokwiach wstecz ciśnione, stłoczą się albo wygną; co przy ściśłym połączeniu części, bez nader wielkiej siły nastąpić nie może, i tak nawet prędzey się po końcach zęby odszczepią, niż to się zdarzy.

Zbroia, którą wyobraża wzór 3, nie wiele się różni od poprzedzającej.

Wzór 3.

Można dwie krokwie zastąpić iednym poziomym tramem, któryby z brusem wciąż przez całą długość iego łączył się w znak piorunowy. Wzór 4.

Wzór 4.

Tram położony na końcach, obciążony pośrodku i tak wygięty, iż strzała wygięcia iest  $\frac{1}{3}$  częścią wysokości iego, gdy w tym stanie przez właściwe śrózki będzie zatrzymany i łękiem w górę obrócony, wytrzymaie, w doł się nie podaiąc więcey niż podwójny ciężar. To doświadczenie podaie ieszcze ieden śródek uzbraiania tramu, przez złożenie go z prostych i łękowatych części, tak ściśniętych z sobą przewiązaniem żelazną, iżby się rozeyść nie mogły. Wzór 5.

Wzór 5.

Niektórzy budownicy używają niezwyčajnego sposobu uzbraiania brusów: zależy on w napilowaniu z góry wpoprzek po śrózdku wzmoćnić się mającego brusa, przez  $\frac{1}{3}$  część wysokości, ten podważa się ze spodu, a w otworzone rozcięcie zapędza się klin, który garbi brus i przez to mocniejszy go czyni. Wzór 6.

Wzór 6.

39. SERLIO architekt włoski naucza nas dowcipnego sposobu robienia pułapu z belek tak krótkich, iż z iedney na dru-

Oszczędne pułapy na nie-wielkiej przestrzeni.



- gą ścianę sięgnąć nie mogą. Każę ie tedy kładź naprzemian iednym końcem na ścianie, a drugim na śródku wpoprzek idącey belki, i tak wciąż iedne na drugich opierać, iak tego dostatecznie i lepiej niż słowa, nauczaia wzóry 7 i 8. Na belkach tak ułożonych i wzmocnionych żelaznemi klamrami, każę kładź cieńsze tramiki końcami na nich oparte, i z niemi przez zacięcie do połowy drzewa ściśle połączone. Po takiej osnowie ieden albo dwa rzędy tarcie wprzewieź ułożone i gwoździami do belek przytwierdzone, dopełnią pułapu.
- Wzór 7. 8. Wzór 8. Wzór 8 daie widzieć pułap także sposobem Serlio zrobiony, w którym belki gęściey są kładzione i dla tego obchodzą się bez pośrednich tramików; prócz tego końce ich nie są tu w murze osadzone, lecz w oczepie wędle ścian leżącym. Następuiący wzór 9 wyobraża powałę, do której użyte są tramy i tramiki różney długości. Z nich powstaie w powale szyk nieiednostayny wprawdzie, ale ta nieforemność nie iest tu wadą: bo całe to powiązanie, równie ze spodu, iak z wierzchu obiiia się tarciami, szczelnie w pazy spoionemi, które do osnowy przytwierdzone gwoździami iednę, z nią stanowią pokrywę.
- Wzór 9. Wzór 10. Wzór 10 okazue pułap z samych tylko tarcie wykonany na przestrzeni 60<sup>ciu</sup> stóp kwadratowych. Składa się on z trzech warst sosnowych desek na  $\frac{5}{4}$  cala grubych, wzdłuż z sobą w nut połączonych i tak na sobie złożonych, iż iedney warsty deski krzyżuia się z deskami warsty drugiey, a wszystkie trzy zamknięte są w ramie wzdłuż ścian leżącey i mającey wewnątrz wycięty paz na którym kładą się końce desek i do brzegu mocno gwoździami przytwierdzaia. Pierwsza warsta



wzdętą iest ku śródkowi,práwie po iedney linii na każdą stopę długości,warsta druga położona w przeciwnym kierunku, przytwierdzona iest do pierwszey trzema czy czterema rzędami gwoździ; trzecia podobnież skowana iest z pierwszą i drugą. Poprzedzający sposób okazuie, iak wiele przez przybiianie tarcic gwoździami,a więc ściśle połączenie wszelkiego, w skład stropu wchodzącego drzewa, przybywa mu mocy, kiedy w tym tu przykładzie iedna warsta tarcic, miejsce tramowey powały zastąpić może.

Na wzorze 11, widzimy inny oszczędny także z samych tylko tarcic złożony pułap. W nim iedne deski stawia się rębem, drugie zaś płazem, i tak wciąż idą naprzemian. Kładzione płazem w łęk są wygięte i dla tego bydź muszą dłuższe od pierwszych. Dla utrzymania ich przy iednostayney krzywiznie, i ściślejszego połączenia ze stojącemi rębem, pootykane są naprzemian z wierzchu i ze spodu rozsadzonymi podle brzegów drewnianemi kołkami. Cały ten pułap osadza się w ramie za oczep mu służący.

Wzór 11.

40. Strop, iakimkolwiek sposobem ułożony będzie, ma swoje dwie strony *lice* i *nice* czyli podniebienie i grzbiet iak są w sklepieniu. Podniebienie stropu albo iest widzialne,iak bywa w pospolitych pułapach i wytwornych stropach, albo też iest okryte skorupą z podrzuconego tynku, którą u nas zwłoska *sufitem* zowią,a zwaćby można *podmiotką*. Grzbiet zaś, ieżeli nie iest całkiem nagi, to albo na sobie ma ziemny tylko *nasyp*, albo po nasypie kładzie się tło kamienne lub drewniane.

Pułapy podrzucane, czyli *Podmiotki*(so. fitti).

Pospolitą podmiotkę czyli *posowę* dwoiako robią: raz po-

Wzory 12  
i 13.



między belki w poprzek zapędzają drażki słomą okręcone, które potem gliną lub glinianą *polepą* namazują (\*). W innym razie przęśła płotków z wici lub chrustu uplecione, na łątach wzdłuż belek przybitych kładą i także glinianą polepą z dołu i z góry obmazują. Tymto sposobem robi się posowa w gospodarskich budowlach wielce przydatna. Wzory 12. 13.

Wzory 12. 13.

Pułapy podrzucane zaprawą wapienną albo gipsem, wielorako robić mogą, i tak: spód tramów do poziomu zrównany, cienkimi tarcicami naprzód obię, po tych nasnuję żelaznego drotu, gwoździami go przybiiając; pod tą siatką roześciele warstę błotney trzciny, i gipsem ją lub zaprawą wapienną gładko wytynkuję. Zamiast drocianej siatki i trzciny mogę użyć wązkich sosnowych łuczywek, które w gęstą kratkę uplatam, a na niey daię tynk wygładzony. Wzory 14. 15.

Wzory 14. 15.

Cieęższy wprawdzie, ale tańszy i cieplejszy uczynię sufit, kiedy naprzód calowe i na cal między sobą rozśadzone łąty, przybię wprost pod belki, potem zaś ułamków cegły gęsto pomiędzy nie z góry nakładę i gipsem albo wapnem poleię: naostatek, z dołu go należycie zaprawą podrzucę i wytarkuję. Wzór 16.

Wzór 16.

Nasyp stropowy.

41. Na pospolitym pułapie, po tarcicach, nakrytych warstwą mchu albo słomy, usypię gruby słój suchej ziemi, zrównam go, ubię, i dam glinianą polepę, a to będzie nasyp pospolity.

Na stropie, którego spód ma być okryty podmiotką, żeby umieścić nasyp pomiędzy belkami, przybię w małej od spodu odległości grube wzdłuż belek łąty: na nich oprę końce w poprzek ułożonych deszczułek lub polan, a na tych, iak wy-

---

(\*) Polepa gliniana robi się z gliny, pilści, plew i popiołu.



żey, nasyp uczynię (wzór 15): albo podmiotkę na jednym rzędzie belek, nasyp zaś na drugim zawieszę.

Wzór 15.

Mamy to z doświadczenia, iż przez zapelnienie szczelne próżnego między belkami mieysca, staie się strop mocniejszym i ciepło lepiej dochowuiącym. Gdy tedy będę miał belki mocne i będę mógł je pomiędzy sobą gęsto położyć, nie lekaiąc się wówczas zbytęcznego ich obciążenia, zrobię nasyp takim sposobem: dam tuż ponad sufitem wydrożenie wzdłuż tramów, i w nie zapędzę silnie wpoprzek o belki opieraiące się *opólki*; na nich roześcieię warstę mchu, słomy albo paproci suchej, którą ucisnę warstą cegły w przewięź na sucho ułożoney; tey spoienia gipsem z góry zalawszy, ubię z czarney ziemi słóy miąższy i tło z gliny powierzchu uczynię.

42. Staroświeckie stropy bywały prawie zawsze z drzewa widocznego, starannie, prosto a równo wygładzonego, które chroniąc od wilgoci i owadu powlekano pokostem; a dla okrasy przyozdabiano rzeźbą, świetnymi kolorami i pozłotą. Odkąd wyobrażenia skażone o ozdobie rozprzestrzeniły się, odtąd teź poczęto uważać za rzecz mniej godną ukazania oku drzewa składaiącego stropy, które przecię widocznie świadczy o ich mocy i umiejętney budowie. Zgodzono się raczey skrywać drzewo pod tynkiem, który beczynnego przydaiąc ciężaru, przyspiesza psucie się tramów, i zmusza naydaley w pół wieku przemieniać drzewo; kiedy tym czasem staroświeckie stropy z drzewa zdrowego, od czterechset do pięciuset lat i więcey, w zupełney zostaią czerstwości. Nadto, iest ieszcze wielka różnica między widokiem przestraszaiącym tychto nad rozległą przestrzenią, iakby iednego głazu, zawie-

Przyozdobienie stropów wytwornych.



szonych gładkich sufitów, a widokiem bezpiecznym i rozmaity symetrycznością ożywionym, owychto staroświeckich stropów, które podziśdzien z upodobaniem oglądamy po zamkach i kościołach włoskich. Jeszcze i tę korzyść na stronę z widocznego drzewa robionych stropów, przydać należy, iż ozdoby na nich łatwo byź mogą stopniowane, i tak prawie różne iak na tkaninach: od białego bowiem stropu iak płótno, przeysć stopniami możemy do pysznego iak złotogłów. Dla poznania tey całej różnicy, dosyćby było widzieć iedne obok drugich, a nawet wystarcza przypatrzeć się niektórym tu pomieszczonym ich wzorom.

Tab. V.  
Wzór 1.

Wzór 1, na Tab. V. wyobraża ozdobny strop z podciągami w powale, którego niegdys często używano do izb nieprzechodzących 10<sup>ciu</sup> łokci w poprzek. Tramy obleczone tu są tarcicami: bo te łatwiej, niż tramy, mieć z dobornego i suchego drzewa, tudzież rzeźbą, malowidłem, pozłotą ozdobić. Tramy i tramiki są pospolicie biało malowane, a tylko rzeźba na nich i rozety bywają złoczone; dobrze zaś, gdy deski tło stanowiące, są naprowadzone wysokimi kolorami, naprzykład papużasto-zielonym, niebieskim albo purpurowym, i symetrycznie złotem pocętkowane.

Wzór 2.

Wzór 2, okazuje przyozdobienie podobnie na podciągach opartego stropu, który w tym iest od poprzedzającego różny, iż zamiast tramików pomiędzy głównymi tramami, położone tu iest wieko, iakoby drzwi z ram i filungów złożone. Dno środkowego filungu czyli wnęki, które dla utkwienia na niem wystawney rozety iest nieco więcey przed innemi zagłębione, tudzież dna czterech wnęk po rogach leżących, na-



prowadzone są kolorem lazurowym, czterech zaś innych wnek podłużnych są purpurowe i przyozdobione liścianką lub złotymi cętkami usiane. Trąmy tu bydz mogą koloru białego, ramy zaś wieka purpurowe, a ramki w około wnek, tudzież *rozety* (*A*), *głowatki* (*B*) i *guziki* (*C*) naśladowujące głowy wielkich i małych gwoździ, oraz lekkie na tramach i ramkach wieka szlaczki, wszystko złoczone.

Iest ieszcze inny rodzaj wytwornych stropów, w których iedne trąmy prawdziwe, drugie udawane, krzyżują się nawzajem i są iednako ze spodu deskami obite. Wolne zaś pomiędzy tramami mieysca, zakryte są deszczkowemi koszykami, które na podobieństwo sklepieniowych (53) wielorakie postaci mieć mogą. Piętrzone ściany tych koszyków, dna ich i podniebienia tramów zwykle przyozdabiają rzeźbiarską robotą (54). Cały strop, oprócz złoconey rzeźby, może bydz iednego białego koloru, iakiego iest ów wspaniały w kościele P. M. Śnieżney (Maria maggiore) w Rzymie. Widzieć go na wzorze 5. Albo też stropów takich trąmy całkiem są złoczone, dna zaś koszyków barwy iakieys światney: szafirowey, zieloney, purpurowey; a wszelka rzeźba i ozdobne głowatki także złoczone. Tego wszystkiego mamy przykłady, prócz wielu innych, na przepysznych Bramantego stropach w pałacu Kancellaryi papieskiej.

Za przykład przywiode tu ieszcze z tego rodzaju stropów ieden wzięty z kościoła ś. Wawrzyńca w Rzymie. Skład iego wszystkich części w trzech rzutach iest na oko pokazany na wzorze 4. Widać na nim iedne koszyki sześciokątne, podłużne, zagłębione; drugie kwadratowe i trójkątne, iakby

Wzór 3.

Wzór 4.



wnęki równo z tramami płaskie. Dna pierwszych, kolorem różowo-modrym są naprowadzone, mniejszych zaś saladynowym, rozety wszystkie i głowatki, iakoteż ramki w około den większych koszyków, złote; a tramy białe. Szrodkiem podniebienia tramów idzie plecionka zielono-brązowa, po brzegach zaś tramów i w około głowatek większych są podwójne złote prążki, między którymi na dnie białém korallowego koloru iagódki okrągłe leżą naprzemian z podłużnymi. Dla tego tu raczey ten przykład zpomiedzy wielu obrał, iż on nam okazuje strop, mimo pysznego pozoru, ze wszechmiar oszczędny, i w istocie nawet ubogi: albowiem wszystkie ozdoby, prócz rozet, są tylko malowane, złoto i rzeźba są udawane, a co większa wszystko w nim wydaie robotę na prędce uskuteczniłą, która iednak przetrwała z górą 6 wieków i iest podziśdzień pyszną świątyni ozdobą.

Starożytne Rzymskie stropy (*lacunar*) naywyższego przepychu dochodziły: iak to nasz A. WARGOCKI, idąc za świadectwem SENEKI powiada: „Stropy zasie z tablic abo słonio-  
 „wych, abo mosiędzowych złocistych bywały, abo ie złotymi  
 „blachami kryto, abo belki miały złote blachy, a w samym  
 „stropie rozsadzone kamienie drogie tkwiały. Więc (co wię-  
 „ksza) strop nie ieden bywał, ale kilka ieden nad drugim,  
 „które ile noszenia przy bankiecie bywało telekroć sztucz-  
 „nie a mało znacznie odmykano, że w inną stronę na śró-  
 „bach abo snadnich wałkach ustępowały.” (\*)

Stropy metal-  
liczne.

45. Na podobieństwo drewnianych robią w Anglii powa-  
 ły stropów całkowicie lane z surowcu żelaza. Tramy ich we-

(\*) Rzym pogański i chrześcijański.



wnątrz są dęte i dla tego wielkiej mocy, a nie są cięższe od tramów drewnianych.

We Francyi także nie są zbyt rzadkie stropy na żelazney zbroi zawieszone. Wzór 17 na Tablicy IV wyobraża iedno takie uzbroienie. W niém, miejsce tramów zastępują po dwa razem pręty żelazne, ieden w łuk zgięty, drugi iakby cięciwa iego wyprężony; a obadwa ściśle z sobą połączone strzemionkami, wewnątrz których nayduią się rozworki, zbliżyć się prętom niedozwalające. Dla stropu biorącego w świetle między dłuższemi bokami łokci 10, głównym prętom uzbroienia płazem leżącym daią zwyczajnie szerokości 50 linii, grubości 24, a strzale pręta w łuk wygiętego 6 cali. Tak uzbroione po dwa razem pręty rozsadzają w odległości dwóch łokci. Pręty poziomo leżące, sprzęgają się wszystkie razem, za pośrednictwem sztabek na 18 linii szerokich a 9 grubych, których końce w kluczkę zagięte, nie pozwalają głównym prętom ruszyć się z miejsca. Każdy taki wiązarek (ferme) z łuku, cięciwy i strzemionek złożony, ma jeszcze nad sobą wzdłuż idący pręt, którego końce równie iak końce głównego pod nim leżącego, opatrzone są uchami i trzpieniem żelaznym; za pomocą takiejto kotwi, utwierdzają się końce w ścianie murowanej. Na tak powiązaném żelaztwie zawiesza się pokrywa izby, zwyczajnie robiona z cegieł wewnątrz dętych.

Tablica IV.  
Wzór 17.

---

### R O Z D Z I A É III.

#### O T Ł A C H.

44. Na grzbiecie sklepienia lub stropu, gdy po nich chodzić mamy, robimy trwałe i niewzruszone poziomy, które



z iakiego bądź wątku udziałane będą, w powszechności, *tłami*, to iest, niby dnami budowli (*Böden*) nazywamy. Tła pospolite są kamienne albo drewniane, i podług tego rozmaicie się robią.

Tła kamienne czyli pawimenta.

45. Kamienne tła starożytnych Rzymian, z trzech słoików czyli warst zwykle złożone bywają: pierwsza *posada* (*statumen*), składa się z zaprawy wapiennej i wielkich iak pięść kamieni, kiedy tło na szczerej ziemi, albo na grzbiecie sklepienia iest położone; wielkości zaś kurzego iaia, kiedy leży na belkach stropowych. Druga warsta, która się zowie *gruzowaniem* (*rudus*) tém się tylko różni od pierwszej, że się składa z mniejszych nierównie kamyków, i wapna świeżo gaszonego. Trwałość i moc pawimentu zależała od tych dwóch pierwszych jego słoików; które też osobno ubiano dopóty, aż obadwa o czwartą część ścieniawszy nie większą razem miewały grubość nad ośm i ćwierć cala. Trzecia warsta zwana *polepą tła* (*nucleus*) była statecznie z cienkiej cymentowej zaprawy; grubość iey nie przechodziła czterech i ósmey części cala. W teyto ostatniej warście układano kamienną *posadzkę*. Iednaki był sposób robienia i skład iednaki tych trzech opisanych warst rzymskiego pawimentu, bądźto wprost na ziemi, bądź na grzbiecie sklepienia, bądź też na stropie leżał; prócz że względna grubość warst kładzionych na stropie, zawsze mniejszą bywała.

We Włoszech, gdzie wiele starożytnych sposobów budowania do dziś dnia we zwyczajui pozostało, robią też kamienne tła do dawnych rzymskich wielce podobne, i tak: w Neapolu *lastrico* (pomost, bruk) robi się z ułamków pumexu



i w wulkanicznym ogniu przepalonego tufu, które nayduią się obficie w okolicach tego miasta. Ułamki tych kamieni, wielkości laskowego orzecha, mieszają się z wapnem od tygodnia zgaszoném i do gęstości tłustego mléka wodą rozwiedzioném; mieszanina wyrabia się długo, i po pewnych przestankach odwilża się tymże samym roztworem wapna. Po pierwszém wyrobieniu spoczywa przez 24 godzin, potém nanowo się miesza i wówczas rozgrzewać się i burzyć poczyna; trzeci raz i czwarty, owszem miesza dopóty, dopóki nie przestanie burzyć się i nie przybierze właściwey sobie zsiadłości.

Gdy mają użyć tey zaprawy do zrobienia tła na stropie drewnianym, naprzód wapnem w gęste zarobioném ciasto, zatykają wszelkie między deskami szczeliny; potém, usypią z kamyków, wielkości orzecha włoskiego, nasucho złożoną warstwą; na nią rzucają odrazu przygotowaney zaprawy pokład, na 5 cali gruby, który przez bicie przywodzi do 3 cali i 9 linii grubości. Ubiianie nie prędzey się poczyna, aż we 24 godzin po rozpostarciu zaprawy, czyli aż tak nie skrzeźnie, iż po niej chodzić będzie można. Ubiianie odbywa się drewnianym pralnikiem czyli *kiianką*, dając raz wedle razu; powtarza się zwyczajnie potrzykroć, krzyżując uderzenia pierwsze biciem powtórném; a zawsze między działaniem iednym a drugim zostawia się robota w spoczynku po godzin dwadzieścia cztery. Kiedy tło, tym sposobem robione, ma zostawać bez żadnego przykrycia na dźdzu i pod wpływem wszelkich niepogod, wówczas dają mu od 7 do 8 cali grubości, nie licząc w to suchej kamyków warsty; grubość ta przez ubiianie przywodzi się pospolicie do 5½ cali.



Nadto, po ukończoney robocie, rozpościeraia słóy ziemi na 6 cali gruby, który ia ochrania od pękania i wysychania nagłego; zostaje on słóy ziemi na mieyscu przez dwa miesiące w porze letniej, albo od iesieni do wiosny przez czas zimy, to iest, dopóty, dopóki zrobione tło nie wyschnie i zupełnie nie skrzepnie. Tło tym sposobem udziałane, iednę naostatek stanowi bryłę.

W Wenecyi robią odmiennym nieco sposobem tła także odlewane, które tam zowią *composto* lub *terrazzo*. Pierwsza ich warsta na 4 cale gruba składa się: z iedney części wapna i trzech grubo potłuczoney dachówki, które się razem należycie mieszają. Słóy ten zaprawy, cały od razu, równo z poziomem wykładaia i zostawuia w spoczynku przez iednę lub dwie doby; potém go ubiiaia żelazem zaokrągloném na podobieństwo ięzyka; bicie powtarzają póty, aż śladów uderzenia znaku nie będzie. Dawszy uleżeć się przez dobę tey pierwszej warście, rozpościeraia po niey drugą na  $1\frac{1}{2}$  cala grubą, złożoną z dachówki na proch startey, i zmieszaney po połowie z wapnem gaszoném. Póki ta warsta iest ieszcze świeżą, usiewa się po wierzchu drobnymi ułamkami różnokolorowych marmurów, które za pośrednictwem toczącey się kłódki kamienney w miękie tło pogrążają. Podczas tey całej roboty, rzemieślnicy chodzą po nakładzionych deskach, albo matach słomianych. Tę ostatnią warstę ubiiaia tak iak poprzedzającą, i témże samém narzędziem, lecz słabiej i ostrózniej. Ubiiaia póty, aż ułamki marmurów, skryia się w głąb i powleką częścią mialką zaprawy, która na wierzch wystąpi. Działanie to wykonywają po dwódniowey za każ-



dém biciem przewłóce. Nie prędzey tedy aż po 10 lub 12 dniach przystępuią do oczyszczenia powierzchni, a to odbywa się w następującym porządku: naprzód kamieniem dziarstwianym ocieraią powierzchnię, potém ią gładzą cieńszym piaskowcem, naostatek pumexem. Przez zmywanie wodą natartego prochu, robią się w około marmuru szczeliny, które zaprawiaią ciastem z ziem kolorowych i wapna przygotowaném; wszystkiemu pod koniec daią połysk polerowném żelazem. Naostatek cały pawiment pociągaią raz albo dwa razy wrzącym lnianym oleiem, który przeniknąwszy go do pewney głębokości, wzmacnia i zdolnym czyni do przyięcia świetnego połysku.

Robią tym sposobem tła, iak kobierce, różno-wzorzyste. Kréślą do tego, na grubym papierze, żadaną ozdobę dla czwartey części miejsca, na którém ma bydź wykonaną. Potém na cztery takóž części rozdzielaią to miejsce, i na drugiey tła warście, póki ta iest ieszcze świeżą, wykłutą z papieru ozdobę, w kaźdey ćwiartce powierzchni miatkim przeprószaią węglem. Naostatek, przez wyrźnięte z łubku na kaźdy osobno kolor okienka, nasypuią iednego koloru druzgi marmurowe, podług wzoru na tle odbitego. Daley postępuje cała robota i do końca się prowadzi tak, iak wyżey iest opisane. Chcąc, aby wzorzyste tła kamienne długo nie traciły swojej piękności, należy ku temu dobierać marmurów prawie iednakiey mocy.

Kiedy tła takie maią bydź na ziemi lub na sklepieniu dane, naprzód przygotowuią dla nich trwałą posadę, to iest, z gruzu i zaprawy słóy mocno ubity i do poziomemu zrównany.

Kiedy pomost kamienny ma bydź na stropie złożonym



wówczas belek mocniejszych, niż zwykle na powałę stropu użyć należy; a nawet lepiej jest, dać belki podwójne, iedne stropowe, drugie do dźwigania tła przeznaczone; a to tém bardziej, kiedy i strop ieszcze podrzucaną zaprawą ma być obciążonym.

Posadzka ka-  
mienna.

46. W ostatniej warście tła kamiennego, którą nazwaliśmy polepą, nie zawsze osadzamy marmur na druzgi stłuczony, iak to pod liczbą poprzedzającą było opisano; owszem, nierównie częściej, wspólnie z tą warstwą, naścielamy marmurową, glinianą, a nawet ze zwyczajnych cegieł złożoną *posadzkę*. Postać i wielkość tafel posadzkowych (careaux), mogą być wciąż iednokie albo różne. Iednakiej wielkości i iednakiego kształtu takie tylko będą, których kąty zdolne są napełnić miejsce około punktu danego, czyli złożyć cztery kąty proste, a takimi są: tafle prostokątne, kwadratowe, rombowne, sześciokątne i mające postać troykątów równoramiennych. Różney zaś postaci i wielkości różney, mogą być użyte wszystkie poprzedzające wespół połączone. W pierwszym przypadku iednorodne będą, w drugim zaś, różnorodne być powinny, kiedy równey mocy być mają. Z tego wypada, iż postaci tafel posadzkowych bardzo liczne być mogą a same posadzki z iednego wciąż wątku lub różnych; lecz zawsze w szyku ich symetryą dla więksey prostoty zachowywać należy.

Taka godziwa rozmaitość kształtów, wielkości, mocy, kolorów i szyku posadzki kamienney, sprzyia nawet oszczędności; albowiem daie zręczność użycia różnorodnych okrawków kamienia od innych robot pozostałego.



Gdy idzie o zrobienie trwałej posadzki, wiele jeszcze na tém zależy, aby iey tafelki nie miały kątów ostrych; bo te, pod-przesuwającym się ciężarem, tym łatwiej odkruszyć się mogą, im są ostrzejsze. Dla tegoto chcąc trwałą zrobić posadzkę nie dajemy iey postaci troykątów, a nawet unikamy zbiegu czterech kątów prostych kwadratu lub prostokąta, lecz raczej w przewieź ie z sobą kładziemy. Ze wszystkich więc postaci, pod względem mocy i trwałości, nayprostsza jest postać sześciokąta równobocznego; zwłaszcza gdy sam materiał, z którego się wyrabia nie dosyć jest trwały, iak na przykład w posadzce glinianey.

Wzory 1, 2, 3, wyobrażają sposób robienia pawimentow rzymskich, na sklepieniu i stropach drewnianych. Wzór 2 daie widzieć między gruzowaniem i polepą warstę cegieł, którey Rzymianie używali statecznie, kiedy tło na stropie położone i od deszczu nieprzykryte bydź miało.

Tab. VI,  
Wzory 1.2.3.

Wzory 4, 5, 6, wyobrażają różney postaci posadzki glinianey. Takich posadzek tafelki w staroświeczyźnie różnokolorowe robiono, powlekając poléwą szklistą iak kachle piecowe.

Wzór 4. 5. 6.

Wzory 7, 8, dają widzieć układ trzech i czterech różnokolorowych marmurów, które wespół do wysadzenia tła używane bywają.

Wzór 7. 8.

Rzymianie robili posadzki naprzechwał wytworne: wysadzali ie różnofarbnym w czworogranne małe kostki popiłowanym marmurem. Kostki te miewały od 10 do 12 linii długości a 3 w kwadrat grubości. Takiemi czworograncami rozmaite na tłach ozdoby, a nawet obrazy kolorowane wy-



sadzali. Zalecają się te ich *drobno-kostkowe* roboty (en mosaïque) dowcipnym wymysłem i szykiem ozdób, a nade wszystko wiekami prawie niepożytą trwałością. Wzory 9... 12, dają wyobrażenie posadzek rzymskich, wraz ze szlakami w około ścian i we drzwiach w miejscu progów używanemi. Wszystkie te przykłady wzięte są ze starożytnych budowli rzymskich.

Wzór 13.

Wzór 13 służyć może do przyozdobienia tła z iedney masy ulanego. Podług niego brózdowane i wysokim kolorem napuszczone prążki przyozdobienie uczynią.

Tła drewniane.

47. Tło drewniane pospolite mianuie się *pomostem*, *podłogą*, wytworniejsze zaś zwyczajnie *posadzką* (parquet) zowiemy.

Wzór 14.

Na belkach stropowych, a częściej na *legarach* w poprzek do belek przymocowanych, albo na niewzruszonej innej posadzce leżących, ścielemy pomost dyłowy, albo podłogę z dębowych lub sosnowych tarcie, zawsze w całej długości połączonych z sobą; albo przez *ucios* (en biseau), wzór 14 *A*, albo na *zakładkę* (*Pfalz*) *B*, albo też na *wpust* (en rainure, *Nuth*) *C*. W każdym razie deski do legarów gwoździami mocno przybijamy. Że zaś dostrzeżono, iż tarcice szerokie łatwo się koszą, i wzdymają albo zapadają wzdłuż środka; radzą więc budownicy do podłóg używać tarciczek wązkich; od trzech do czterech cali, a na ieden cal grubych, które od legara do legara, iuż to się równolegle w przewięz szykują, iuż w *iedlinkę*, iak to oboie wyraźnie widzieć można na wzorach 14, 15.

Próżnego pomiędzy legarami miejsca nigdy zostawować



nie należy, ale ie gruzem, ziemią suchą, węglem, albo trocinami drewnemi szczelnie zapelnąć potrzeba. Po ukończeniu należyście zrobioney podłogi, żeby ją mieć trwalszą i mocniejszą, dobrze iest wrzącym oleiem napoić.

Drewniane tła wytworne powstaią ze *stolnic* czyli *tafel* osobnych, od 1 do  $1\frac{1}{2}$  łokcia w kwadrat biorących, a na 1 lub  $1\frac{1}{2}$  cala grubych. Każda posadzki tafla składa się zwyczajnie z ramy przewiązanej wewnątrz podobném teyże ramie krzyżowaniem, którego ramiona iuż to są dane równolegle do boków ramy, iuż są w kierunku iey przekątnych; tudzież z tabliczek w ramie i krzyżowaniu na wpust oprawionych, które się zowią *kamieniami*; i dla tegoto zwykło się mówić tafla o 4<sup>ch</sup>, 9<sup>ciu</sup>, 16<sup>tu</sup> kamieniach. Wzory 16, 17, 18.

Wzór 16. 17.  
18.

Tafle kładziemy na legarach zrównanych z poziomem, albo częściey na *ślepey*, iak ją zowią, wprzód daney, podłozde. Tafle szykuiemy albo równolegle do ściany, albo w kierunku przekątnym, iak to ze wzorów 19<sup>go</sup> i 20<sup>go</sup> wyrozumieć łatwo. Ażeby taka posadzka była nadobną i trwałą, potrzeba ją robić z drzewa twardego od trzech do czterech lat w popiłowanych kawałkach suszonego.

Wzór 19. 20.

Robimy ieszcze posadzki wzorzyste, z drzewa rozmaitey maści, iako to: dębiny, klonu, orzecha, iabłoni, gruszy i z drzewa zamorskiego. To wszelkie drzewo albo się wiąże w stolnice z ram i kamieni powstaiące, albo, kiedy iest drogie, służy tylko do wyłożenia powierzchni, z pospolitego drzewa związanych tafel. Takieyto roboty różno-kolorwém drzewem wykładaney mamy przykłady na wzorach 21 . . . . . 26.

Wzór 21..26

Aby można było długo utrzymać w świetności farbę wła-



ściwą drzewu i widoczniejszém zrobić odmianę jego słoików, potrzeba drewniane posadzki od czasu do czasu woskiem nacierać.

## R O Z D Z I A Ł IV.

### D A C H Y.

48. Wkraiach leżących blisko równika, gdzie deszcz rzadko pada a zawsze buyny, nagły, i wkrótce po spadnięciu wysycha; tam grzbiet sklepienia albo stropu tłem kamiennym przykryty z małą dla ścieku wody spadzistością, wystarczającym jest budowli nakryciem. Wierzch budowli tym sposobem zrobiony, po którym przechadzać się można zowie się nakryciem *poziomém* albo *altanowém* (comble en terrasse). Tab. VII, wzór 1. Przeciwnie w kraiach za zwrotniki ku biegunowym kołom posunionych, deszcze padają często, drobne i przenikliwe, śniegi też obfite przez kilka miesięcy pokrywają ziemię. Tu samo już przyrodzenie zniewala używać tym skuteczniejszych sposobów do spławiania wody i zrzucania śniegów z pokrycia, im większa ich massa na budowlę spada i dłużej na niej przebywa. Podniesiono tedy stromiey, niż w pokryciu altanowém, płaszczyzny, po których woda spływa, oddzielono je od sklepień i stropów, i na osobném szrodkiującym pomiędzy niemi osadzono wiązaniu. Stąd poszedł szczególny rodzaj ostatecznego budowli nakrycia, który *dachami* nazywamy. W dachach przeto są dwie do uważania istotne części: płaszczyzny ściekowe czyli *połacie* dachu i wiązanie czyli *wieżba*, na której one połacie leżą.

Tablica VII.  
Wzór 1.



4g. Proste zadostyc uczynienie przeznaczeniu dachów wymaga, iżby stoczyste iednego dachu połacie były iednostaynie do poziomu nachylone. Z takiego ich prostego urządzenia, wynika mnóstwo pożytków, a mianowicie:

1<sup>od</sup> Połać iednostaynie do poziomu nachylona naylepiej sprzyia spływaniu wody deszczowey.

2<sup>re</sup> Dach ze wszzech stron ograniczony połaciami iednako pochyłemi, w poprzeczném pionowém rozcięciu wyda, tróykąty, a przeto więzba iego w tym kierunku zawsze tróykątną bydz będzie mogła. Wiemy zaś skąd inąd (C. I. 85), iż tróykątny układ części drevnianego wiązania iest naymocniejszy.

3<sup>cie</sup> Ogólna postać dachu będzie zawsze ostrzem albo krawędzią zakończona, a oraz stanie się postacią bryły równego oporu. Będzie więc nayopornieyszą, bądźto przeciwko własnemu ciężarowi, który po całej przestrzeni nią zaięty iednostaynie rozrzuconym uważać się może; bądź przeciwko sile wiatru, poziomie działaiący. Iest nadto, postacią nayoszczędnieyszą pod względem rozciągłości: bo w niey poziomie uczynione przecięcia, to iest, podstawy przełamania, są podobne sobie (\*).

Liczba i położenie płaszczyn dachowych nadaia rozmaite kształty całemu dachowi, a stąd i nazwiska iego rozmaite, i tak: kiedy dach iest o dwóch połaciach, wówczas zowiemy go dachem *dwu-okapowym* lub *szczytowym*; to drugie nazwisko bierze od ścian tróykątnych, które wtedy zamykaią go z dwóch stron sobie przeciwnych, a które *szczytami* zo-

(\*) Girard. n. 171.



Wzór 2.3.4.5. wią (wzór 2). Kiedy iest o iedney połaci zowie się *iedno-okapowym* albo *pólszczytowym* (wzór 3). Kiedy kilka płaszczyn trójkątnych lub trapezowych zbiega się w ostrz ieden, albo krawędź *wilczkiem* zwaną, wówczas dach tey postaci iaką mu nadaia, mianuie się dachem *wielo-okapowym* albo *namiotowym*; gdyż iest niby podobny do rozpiętego namiotu, (wzór 4). Kiedy naostatek ściekowa dachu powierzchnia, iest iedną ciągłą ostrokregu powierzchnią, dach taki nosi nazwisko dachu *wkoło-okapowego* albo *stożkowego* (wzór 5). Dwa ostatnie dachy mogą bydź ieszcze całkowite albo połowiczne.

Pochyłość  
połaci dachowych.

50. Nachylenie do poziomu połaci dachowych, rzeczywiescie zależy od szerokości geograficzney miejsca i stanu ocieplenia powietrza właściwego temu ich położeniu. Iakoż w kraiach leżących między zwrótnikami, wszelkie budowy pospolicie poziomo zakończone bywaią; przeto pochyłość połaci od zwrótników dopiero poczyna bydź potrzebną. Stąd na oznaczenie kąta tey pochyłości następujące mamy ogólne prawidło (\*): *od szerokości geograficzney miejsca odejmę odległość zwrótnika od równika, to iest,  $25^{\circ} 28'$ ; a będe miał przyzwoity miejscu kąt pochyłości.* Wypadek ten uledz ieszcze powinien pewney odmianie ze względu na szczególne położenie budowli, na rodzaj i ciężar pokrycia i inne ieszcze okoliczności, które się późniey okażą (68). To prawidło z rozumowania wydobyte stwierdzaia przykłady na budowlach starożytnych i różne doświadczenia. Egipcianie, iako mieszkańcy gorącego i pogodnego kraiu, zawsze płasko i pod

(\*) Rondelet, Tom. IV. Cz. I. Art. III.



poziom kończyli swoje budowle, co też i podziśdzień czynią nie tylko mieszkańcy Afryki, lecz i niektórych królestw południowej Europy. Przeciwnie mieszkańcy stron północnych robią dachy nader strome.

Szerokość Aten jest  $38^{\circ} 5'$ ; kąt zatem na pochyłość dachów w tém mieście podług powyższego prawidła otrzymany, będzie  $14^{\circ} 37'$ . W zabytkach budow ateńskich naydujemy rzeczywiście: pochyłość frontonu w Propileum  $14^{\circ} 30'$ , w świątyni Tezeusza  $14^{\circ}$ , Minerwy  $15^{\circ} 30'$ . Pochyłość dachów na budowlach prywatnych mogła być nieco większa.

Rzym leży pod szerokością  $41^{\circ} 54'$ . Odiąwszy od tey szerokości odległość zwrótnika od równika, otrzymujemy na pochyłość dachów w tém mieście  $18^{\circ} 26'$ . Witruwiusz, architekt rzymski, pisząc o dachach na świątyniach porządku tokańskiego, każe dawać na całkowitą wysokość dachów szczytowych, trzecią część linii poziomey odpowiadającej jednej połąci. To wykreślenie właśnie daie pochyłość połąciom  $18^{\circ} 26'$ . Pochyłość ta mnieyszą jest wprawdzie od tey, którą widzimy na frontonach budowli rzymskich; iakoż, w świątyni Zgody jest  $25^{\circ} 30'$ , u przedsionka Panteonu  $24^{\circ}$ , w świątyni Antoniusza i Faustyny  $24^{\circ} 30'$ . Pochyłość dachu na kościele ś. Pawła za murami miasta jest  $25^{\circ}$  i t. d. Lecz Rondelet tę większą stromość dachów rzymskich przypisuje rodzajowi ciężkiego pokrycia, które było od wieków we zwyczaju u Rzymian.

Wilno leży pod szerokością  $54^{\circ} 41'$ ; kąt zatem pochyłości dachów w tém mieście bydźby powinien podług prawidła,  $31^{\circ} 13'$ , kąt, daiący na wysokość blisko  $\frac{1}{3}$  część podstawy



wziętej między okapami dachu. Prawidło też upowszechnione pomiędzy naszymi cieślami każe im brać trzecią część szerokości dachu, na jego wysokość.

W pierwiastkowych gotyckich budowlach wysokość dachów była równa ich podstawie; później nieco niższą została, bo ją naznaczano kreśląc trójkąt równoboczny, w którym dwa boki znaczyły połacie, a trzeci podstawę dachu. Daleko później weszły we zwyczaj dachy o dwóch różnych pochyłościach: część niższa stromą jak w gotyckich dachach, wierzchnia zaś całe płaską była. Dachy takie chybiające istotnego swojego przeznaczenia, noszą nazwisko architekta Manzarda; bądź to że on je wymyślił, bądź że pierwszy we Francji w powszechne używanie wprowadzać począł.

#### WIEŻBA DACHOWA.

(*carcasse d'un comble*).

51. Wieżba, na której leży pokrycie dachowe, może być zrobioną z kamienia, cegły, drzewa, żelaza, albo ze spiżu podług zamierzonego stopnia mocy i trwałości. Składa się z krokwi, które nachylone są do poziomu pod kątem pochyłości, właściwym położeniu geograficznemu miejsca, jaką połacie mieć powinny. Krokwie sobie równe rozsadzają się w równej też odległości i na swych społem sprzężonych grzbietach utrzymują stoczysty pomost.

52. Wzór 6 na Tab. VII wyobraża wieżbę z ciosowego kamienia zrobioną, krokwie w niej są rzeczywiście żebrami gotyckiego sklepienia. Wierzchołki ich połączone są także ciosowem spłaszczonem przesklepieniem, a grzbiety wciąż żelaznymi prętami.

Wieżba kamienna.  
Tab. VII.  
Wzór 6.



Wzór 7 okazuje podobną poprzedzającej wieżbę z muru ceglanego, w tém tylko od tamtej różną, iż tu miejsce sklepionych żeber zastępują cienkie trójkątne ścianki oparte na iednym bez przerwy kolebkowatém sklepieniu, i że są rozsądzone w odległości mniejszey niż iest długość cegły wielkiej ręki, którą grzbiet ich zwykle pokryty bywa.

Wzór 7.

55. Wzór 8 daie widzieć wieżbę drewnianą z tramów i tramików, nayprostszego ile bydz może składu: bo każdy iey *wiązar* czyli *wiązarek* (ferme, *Binder*) składa się z *krokwi* (arbalétriers) *a, a*, i poziomego tramu *bb*, który *naciągciem* (entraît) nazwaćby można. Krokwie tu spoione są z sobą u wierzchu, a u spodu zazębione o tram wyprężyć go usiłują. Wszystkie temu podobne wiązarki, w równych od siebie odległościach postawione, łączą się wespół przytwierdzonemi do nich tramikami *c, c, c, c*, które *leźniami* (pannes, filières) zowiemy. Na leźniach rozsądzone są w poprzek *krokiewki* (chevrons) *dd, dd*, a na krokiewkach kładzie się pomost stoczysty.

Wieżba drewniana tramowa.

Wzór 8.

Wzór 9 wydaie na oko w tém różny od poprzedzającego wiązarek, iż w nim krokwie nie w prost się z sobą stykają, lecz są oprawione w *stupku* czyli *storczyku* (poinçon) *e*, na śródtku pomiędzy niemi wiszącym. Storczyk ten iest ieszcze połączony z krokwiemi za pośrednictwem *zastrzałów* (contrefiches) *f, f*. Przydatność storczyka iest tu dwoiaka: raz służy za podstawę zastrzałom podpierającym krokwie, drugi raz, będąc sam krokwiemi utwierdzony, podeymuie część ciężaru poziomey belki, a tak, obadwa te ciężary od krokwi i belki przyjęte, obraca na powrót ku iey wyprężeniu.

Wzór 9.



Wzór 10.

Wzór 10 okazuje skład iednego wiązara, z powtórzenia którego powstaie osnowa więźby całego dachu. Tu końce krokwi nie w tramie, lecz w swoich *podstopkach* (blochet) *g, g*, są oprawione. Podstopki krokiew, robią się albo z pełnych tramów, albo bywają złożone z dwóch dylów, które sposobem kleszczów obejmują krokiew i inne wiązania części. Krokwie rozparte są tak zwaną *rozporą* (faux-entrait) *hh*, od której idą przez podstopki do głównej belki *zastrzały i, i*, (jambes de force), służące do iey wyprężenia, utwierdzenia, i łączą w ieden wiązar wszystkie wymienione części. Jeżeli belka zpodspodu podpartą być może, wówczas storczyk środkowy, dźwiga samę tylko rozporę, jeżeli zaś belka nie może być podpartą, natenczas, równie belka iak i rozpora na storczyku zawieszoną być powinna.

Wzór 11.

Wzór 11 wyobraża poprzeczne i podłużne dachu półnamiotowego przecięcie, tudzież rzut iego poziomy. W nim belki główne leżą końcami oparte na *murtatach* czyli *platformach k, k, k*, (plateformes); na środkach rozpór utkwione są storczyki, a w końcach belek głównych i wierzach storczyków oprawione krokwie. Rozpory w mierze trzymają krokwie i same w środku na storczykach bywają zawieszone. Na wierzach storczyków polega wciąż wszystkie krokwie wespół łączący tramik, który *szlemieniem* albo *podłużką* (faîtage) *ll*, nazywają. Dla posiłkowania krokwi, belki powtórnej czyli rozpory i szlemienia służą tu *zastrzały i* i *mieczyki* (es-seliers). Na grzbietach tak opatrzonych krokwi rozłożone są poziomie równoległe i w równej od siebie odległości tak nazwane *leźnie*. Te dachowe iakoby legary przytwierdzone są



do krokwi i podparte *podstawkami* (chantignoles) *m, m, m*. Leżnie utrzymują na sobie krokiewki, a na nich leży dachowe krycie. W dachu namiotowym, krokwie rogowe zowią się *narożnicami* (arêtiers) *nn*; i są osadzone w *sztynchach* czyli *podstopkach* swoich *oo*; do tych rogowych krokwi przysadzają się z obu stron połowiczne krokiewki *p, p, p*.

Wzór 12 okazuje połowę wiązara na szerokości 24 arszynów, w świetle między ścianami, uskutecznionego. Nie masz w nim tramu głównego, a ciężar i parcie dachu działają przez całą wysokość ściany; taki więc układ wiązania bardzo jest przydatnym pod nakrycie szop i innych pakownych składów. Każda tu para krokwi, zamiast na tramie, wspiera się na połowie obwodu dwunastokąta równobocznego z tramików tak grubych jak są krokwie ułożonego. Bok dwunastokąta najwyższy, poziomy, służy tu za rozpore; a bok tuż po nim następujący za *podkrokiew* (faux arbalétrier) *qq*, trzeci jest zastrzałem opierającym się o bok połowiczny dwunastokąta, który na niewzruszonej podstawie pionowo stoi, i do *lisicy*, raczy *lesicy*, *rr*, przez całą wysokość ściany danej sworźniami jest przytwierdzony. Przy zetknięciu z sobą tych wszystkich boków, są dane z obu stron w węgielnym do kąta kierunku, *kleszcze* *ss, ss*, (moises), łączące krokiew i *lesice* z tą wieloboczną krokwi podporą. Nadto, do szrodków rozpory i zastrzału, dane są prostopadłe wzdłuż z obu stron tramiki połączone kleszczami *tt, tt*, które pełnią usługę storczyka i podstopka krokwi.

Wzór 1 na Tablicy VIII stawia nam przed oczy połowę poprzecznej i część ze stropem podłużnej więźby dachu na

Wzór 12.

Tab. VIII.  
Wzór 1.



kościelne N. P. Śnieżney w Rzymie. Krokwie w niej są po dwie pary obok stawione; pomiędzy dwie każde przechodzi środkiem *igła wisząca* czyli *trzpień* (aiguille pendante), który jest zawieszony na dwóch razem storczykach, a zawieszony za pośrednictwem przetyczki przez czworograniaste w nich otwory przepuszczoney; trzpień służy do dźwignia belek, także w parze leżących i uchatými strzemionami opatrzonych. Krokwie przez dwie trzecie części całej swej długości, posilkiwane są *podkrokwiemi*. Podkrokwie wespół z krokwiemi opravione są przez zazębienie w głównych belkach i żelazną obręczą mocno z niemi związane. Do wierzchnich końców podkrokwi przytknięte są *storczyki poboczne* (faux poinçons), a tych głowy rozporami wstecz są odpierane. Między każdą parą storczyków pobocznych zawieszony jest, także na drewnianej przetyczce, trzpień żelazny podeymuiący w części ciężar głównych belek. Leźnie tu są bez podstawek. Na leźniach rozsadzone krokiewki a na nich spoczywa ostateczne dachu pokrycie.

Wzór 2.

Wzór 2 wyobraża olbrzymiej wielkości więźbę dachu na izbie ćwiczeń wojskowych w Moskwie, wykonaną podług myśli P. Betancourt. Tram główny w każdym wiązarze składa się z dwóch szeregów na sobie złożonych tramów. W każdym szeregu, tramy staczane są w znak piorunowy, a obadwa ich szeregi w całej długości połączone przez zazębienie i sworznie żelazne. Z obudwóch końców tramu głównego, którego środek na 12 cali w górę jest wzdęty, wychodzą sążniste krokwie i opierają się o głowę żelazną środkowego storczyka. Pod każdą krokwią są trzy, jedna od dru-



giey krótsza, podkrokwie, przytykające także do głów żelaznych storczyków pobocznych; które z przeciwney strony odpierane są sążnistemi rozporami. Krokwie i podkrokwie opravione tu są w tramie głównym i przy swej nasadzie mocno z nim czterema obręczami związane. Istotna zaleta tego ogromnego wiązania, prócz wielkiej prostoty, wydaie się w zręcznym użyciu surowcu żelaza na głowy storczyków. Każdy albowiem storczyk składa się z kleszczów wiszących *A* i między nie, za pośrednictwem szyi, wprawionej głowy żelaznej *B*. Głowa do ramion kleszczów przytwierdzona iest nawskróś przechodzącemi sworźniami zapomoć widłowatych strzemion. Nadto, działanie krokwi odpierane tu iest zastrzałami, których ieden koniec o głowę storczyka, drugi iest oparty o żelazne *leszczotki* (*semelles*), któremi tram główny i wszystkie trzy rozpory opatrzone są w mieyscach stoczenia.

Uczyniliśmy tu lekkie opisanie i drobny wzór tego olbrzymiej wielkości dachu, dla okazania tylko, iak daleko umiejętna cieszność granice możliwości posunąć iest zdolna; ktoby zaś chciał mieć dokładne opisanie i widzieć wszystkie rozwinięte części, tego w całym świecie naywiększego wiązania, bo na szerokości 75 łokci w świetle uskutecznionego, naydzie we własnym dziele P. Betancourt wszystkie pożądane szczegóły (\*).

54. W Holandyi na małych przestrzeniach dla oszczędze-

Więźba drewniana tarcicowa.

---

(\*) Description de la salle d'exercice de Moscou par Mr. de Betancourt. St. Petersburg 1819.



nia drzewa robią z tarcie więźbę dachową, podobnie iak pułapy pod liczbą 39 opisane.

Tab. VII.  
Wzór 13.

Wzór 13 wyobraża, z boku i wprost pokazane, wiązanie dachu półszczytowego, w którym miasto tramów są tarcice rębem użyte. Krokwie tarcicowe z takąż belką są u dołu połączone przez zazębienie i obręcz żelazną; wierzchnie zaś ich końce, na murłacie oparte widzimy. Na środku w miejscu słupca są kleszcze śrubami spoione i obeymujące krokiew i belkę. Na grzbietach krokwi leźnie, a na nich krokiewki są porozkładane.

Wzór 14.

Wzór 14 daie widzieć także tarcicowy wiązarek, którego krokwie posiłkowane są dwóma *mieczami*, krzyżującemi się z sobą na środku, i mającemi przepuszczone końce poza grzbiet krokwi. Spodkowe końce mieczów i krokwi, razem spoione żelazną obręczą, i przedziurawione wzdłuż idącym sporym tramikiem, leżą oprawione w płatwie poziomey. Na krokwiach iak zwykle są leźnie a na nich krokiewki.

Wzór 15.

Wzór 15 przedstawia oku kabłąkowatą więźbę dachu, której osobne wiązary złożone są sposobem młyńskiego koła z dwóch, albo trzech warst deszczek. Więźba z takich wiązarów złożona nie ma żadnych, wewnątrz siebie posiłkujących części, i iest iakoby powstała z żeber drewnianego sklepienia.

Każda kabłąkowata krokiew robi się z tarcie nie dłuższych nad dwa łokcie, które będą wciąż równey długości, gdy krzywość podniebienia ma być wszędy iednaką; dłuższe zaś lub krótsze w tém miejscu, gdzie promień krzywości dłuższy iest lub krótszy. Izby wiązar taki dokładnie równo-



ważył się w sobie, potrzeba iżby krzywość krokwi podług linii łańcużkowej robioną była, albo przynajmniej zbliżoną do niej ile byż może. Dzwona tarcicowe z których się pierwsza warsta krokwi składa, mają mieć końce przycięte w kierunku węgielnym do krzywego ich podniebienia. Druga warsta podobnież robi się iak pierwsza, prócz że spoienia dzwonię deskowych, idą w przewież ze spoieniami warsty pierwszej. Obiedwie nakoniec, łączą się za pośrednictwem kołków drewnianych zapędzonych przy spoieniach węgielnych, na wskrós przez deski warst obiedwóch.

Dla nadania grzbietowi takich łękowatych krokwi, przyzwoitey pochyłości, osadzamy u spodka i u góry kaźdey krokwi, dwie *przypustnice* (coyaux) *u, u*, podobnież iak same krokwie z dwóch lub trzech warst deszczek złożone. Końce przypustnic zwarte w wierzchu, tudzież końce łękowatych krokiew pod niemi będące łączą się wszystkie wespół za pośrednictwem tarcicowego trzpienia *AA*; dolnych zaś przypustnic spodkowe końce uięte są wraz z krokwiemi w *kleszcze*, z dwóch dylów związane, które krokwi służą zamiast podstopka. Krokwie równie iak przypustnice dziurawią się w równych odległościach, dla poziomego przetknięcia płaskawych tramików; tramiki te opatrzone są tuż z obu stron krokwi czworogrannemi otworami, przez które zapędzamy czworogrannę także zatyczki. Tak przygotowane części obłączystego wiązara składamy z sobą osadzając końce łęków w równej od siebie, około półtora łokcia odległości, i wpuszczamy w podkładziny wzdłuż ściany leżące. Łączymy potem wszystkie poziomemi tramikami, które do kaź-



dey krokwi są przytwierdzone przez założone z obu stron zatycki. Chociaż każdy tramik przez trzy tylko krokwie przechodzi, ale że trzecia krokiew na pierwszym tramiku, jest pierwszą na drugim tuż w górę idącym i t. d. wszystkie więc krokwie całej więźby ściśle z sobą zostaną powiązane. Więźby takie z dzwon tarcicowych złożone, noszą nazwisko od Filiberta de Lorm; bo on pierwszy opisał je, i przez to upowszechnił.

Więźby obłączyste w tém są dobre, iż dają wolne pod dachem do użycia miejsce, iż niepotrzebują naciągających belek i innych tramowych więzów, i że mogą być zawieszane nad przestrzenią od 6 do 15 sążni szeroką. Lecz więźby obłączyste zawsze są kosztowniejsze niż zwyczajne, a w przypadku ognia, zbyt ciężko zatrudniają ratowanie budowli.

Na przytoczonych dotąd przykładach poznaliśmy przeznaczenie prawie wszystkich części wchodzących w skład więźby drewnianej. Nadto, zastanawia nas wielka między niemi a stropami zachodząca podobność: iakoż, więzary trójkątne uważane być mogą za główne i uzbroione brusy stropowe, leżnie odpowiadają legarom, krokiewki i dalsze części pokrycia pomostom, podłodze, posadzkom. Stąd wypada iż więzar trójkątny złożony z dwóch tylko krokwi i belki, daleko silniejszym będzie do utrzymywania przypadającego nań ciężaru, niż tram stropowy. Wszystkie przeto części drewnianej więźby daleko cieńsze być mogą, niż odpowiednie im części w stropach, rozpostartych nad tą samą przestrzenią. Ale gdy drzewo w skład dachowego wiązania wchodzić narażone jest bardziej na paczenie się i wykrzywianie od wil-



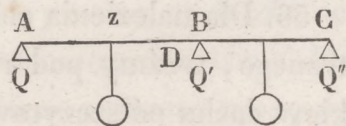
goci i ciepła, niż drzewo w stropie; przeto bez posilkowania krokwi i belek rzadko kiedy obeysdź się można. Lecz kiedy, gdzie i iakie części wiązania mają być użyte, tego wszystkiego najlepiej nas nauczyć może poznany należycie sposób działania ich własnego i na nich złożonego ciężaru.

*O działaniu głównych części dachowego wiązara (\*).*

55. Krokwie osadzone w belce lub tylko w płatwach opracowane, ciężarem własnym i krycia cisną w miejscach podpartych a ciśnienie to dzieie się podług kąta ich pochyłości. Siła tego ciśnienia w każdym podpartym punkcie przypadająca, rozkłada się na dwie siły: iedną pionową, która krokiew na miejscu utwierdza; drugą poziomego parcia, która działa na oddalenie ieyzewnątrz i wytrącenie z posady. Owoż ta ostatnia siła w każdym wiązarze, ma być ile być może najmniejszą.

Oznaczmy naprzód wyrazy ciśnienia, którego doświadczają podpory od belki poziomie na nich położoney. Czy tę belkę iako wciąż iednostaynie ciężką, czy też iako mającą na sobie ciężar iadnostaynie rozłożony uważać będziemy, iest iedno w istocie i toż samo.

Nazwiemy  $Q$ ,  $Q'$ ,  $Q''$  ciśnienie, które oznaczyć mamy w punktach  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Ciężar całej belki niech będzie  $2P$ , długość iey  $2L$  a odległość podpory  $A$  od podpory  $B$  niech



(\*) EYTELWEIN. Statik der festen Körper. 2er Band. XIII. Kapitel.



będzie  $z$ . Nadto rozdzielmy długość belki na dwie równe części, w punkcie  $D$ .

Aże ciężar  $2P$  iednostaynie iest rozłożony po trامية długości  $2L$ , przeto na każdy punkt iego długości przypada ciężaru  $\frac{P}{L}$ ; na część zatém  $z$ , będzie  $\frac{Pz}{L}$ ; a na część  $2L - z$ , przypadnie równo rozłożonego ciężaru  $P \left( \frac{2L - z}{L} \right)$ .

Ciężar każdej z dwóch tych części, uważać możemy iakby był w iey śrzodku ciężkości złożony, a iak tu, w połowie; a zatém podpora każdego iey końca iest obciążoną połową tego ciężaru, iest tedy

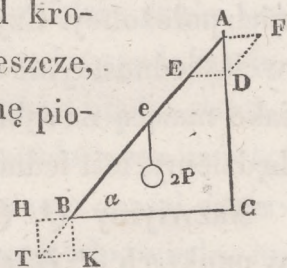
$$Q = \frac{Pz}{2L}; \quad Q' = P \left( \frac{2L - z}{2L} \right).$$

Że zaś w punkcie  $B$  obudwóch części połączone iest ciśnienie, będzie to tedy ciśnienie, czyli

$$Q = \frac{Pz}{2L} + P \left( \frac{2L - z}{2L} \right) = P.$$

Parcie i ciśnienie krokwi dachu półszczytowego.

56. Dla naleźnienia ciśnienia krokwi i parcia iey zewnętrznego, weźmy pod rozwagę naprzód krokwi dachu półszczytowego, i daymy ieszeze, że ta iednym końcem opartą iest o ścianę pionową  $AC$ , drugim o iakąkolwiek podstawę poziomą czyniącą z krokwią ką  $\alpha$ . Sledźmyż teraz iakie iest:



1<sup>od</sup> Parcie poziome przyciskające krokwi do ściany.

2<sup>re</sup> Parcie poziome  $S$ , usiłujące odsunąć zewnątrz spodek krokwi.



5<sup>cie</sup> Ciśnienie pionowe  $V$ , którego doświadcza punkt  $B$ .

Krokiew bierzemy tu za jednorodny i wciąż jednaki graniastosłup, przeto ciężar iey uważać się może iakby był złożony we śródku  $e$ : albo, co na iedno wychodzi, przypuszczamy że krokiew nie iest ciężką, lecz że na iey śródku ciężar  $2P$  iest zawieszony. Ciężar  $2P$  sprawi ciśnienie na każdym z dwóch punktów  $A$  i  $B$ , równe  $P$ . Czyniąc więc  $AD = P$ , i rozkładając tę siłę na dwie, iedną do ściany prostopadłą  $AF$ , drugą w kierunku krokwi działającą  $AE$ , będzie

$$AF = P. \text{ dosty } \alpha,$$

$$AE = \frac{P}{\text{wst } \alpha}.$$

Na przedłużeniu  $AB$  wzięwszy  $BT = AE$  i rozebrawszy ją podobnież na dwie siły, będziemy mieli

$$BH = P. \text{ dosty } \alpha,$$

$$BK = \frac{P. \text{wst } \alpha}{\text{wst } \alpha} = P.$$

Aże parcie poziome na ścianę wywarte, czyli  $AF$  iest  $= P. \text{ dosty } \alpha$ , i iest także parcie poziome zewnętrzne  $BH$ , czyli  $S = P. \text{ dosty } \alpha$ , przeto, *krokiew z równą mocą wywiera poziome parcie na ścianę, iak u spodka swego; a to parcie tym iest większe im kąt  $\alpha$  mniejszy.*

Nakońiec, łącząc w iedno, ciśnienie w punktach  $A$  i  $B$ , mamy

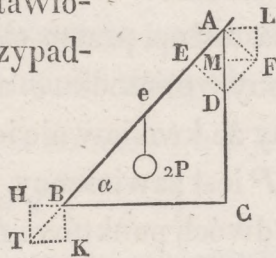
$$P + P = 2P.$$

Takieby było ciśnienie na ieden punkt  $B$ , gdyby krokiew pionowo stała.



Niech teraz krokiew, wierzchołkiem opartą będzie o słupiec pionowy  $AC$ , zamiast ściany podstawiony. Szukamy jakie będzie w tym przypadku wyrażenie siły parcia i ciśnienia.

Ciężar  $2P$  sprawuje na każdym punkcie  $A$  i  $B$ , ciśnienie pionowe  $P$ . Biorąc zatem  $AD = P$  najdziemy



$$AF = P. \text{dost } \alpha$$

$$AE = P. \text{wst } \alpha.$$

Biorąc na przedłużeniu  $AB$ ,  $BT = AE$  najdziemy,

$$BH = P. \text{wst } \alpha. \text{dost } \alpha = \frac{P. \text{wst } 2\alpha}{2}$$

$$BK = P. \overline{\text{wst}}^2 \alpha.$$

Otrzymaliśmy więc,

$$S = \frac{P. \text{wst } 2\alpha}{2}$$

$$V = P. (1 + \overline{\text{wst}}^2 \alpha).$$

Nadto, siła  $AF$  rozłożyć się da na dwie:

$$AL = \frac{P. \text{wst } 2\alpha}{2}$$

$$AM = P. \overline{\text{dost}}^2 \alpha;$$

Pierwsza wyraża siłę wywracającą słupiec z położenia pionowego, i ta jest równa poziomemu zewnątrz parciu u spodka krokwi.

Druga oznacza siłę, którą słupiec jest uciskany w kierunku swojej długości.

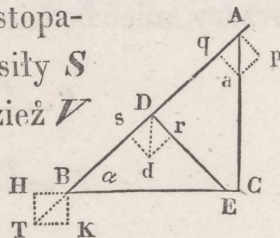


Łącząc razem ciśnienia pionowe wywierane na punkta  $A$  i  $B$  będzie zawsze

$$P(1 + \overline{\text{wst}}^2 \alpha) + P \cdot \overline{\text{dost}}^2 \alpha = 2P.$$

Zrównanie  $S = \frac{P \cdot \text{wst } 2\alpha}{2}$  uczy nas: że *krokwi dachów półszczytowych, takim (jak wyżej) sposobem urządzonych, parcie poziome zewnętrzne tym większe jest zawsze, im kąt  $\alpha$  jest większy, czyli im wysokość dachu większa; a największe wtedy będzie, kiedy krokiew jest osadzoną pod kątem  $45^\circ$ .*

Weźmy jeszcze za przykład krokiew dachu półszczytowego wzmocnioną zastrzałem  $DE$ , prostopadłym do  $AB$ ; i szukamy wyrażenia siły  $S$  parcia poziomego u spodka krokwi, tudzież  $V$  siły ciśnienia pionowego.



Z przyczyny dodanego zastrzału, siła krokwi, czyli iednostaynie rozłożonego po niej ciężaru, dotknie trzech punktów  $A, D, B$ . Oznaczmy ciśnienie z kolei na każdy punkt przypadające, przez  $Q, Q', Q''$ , tudzież rozłożmy siły  $Q$  i  $Q'$  każdą na dwie, iedną prostopadłą do krokwi, drugą w kierunku iey działającą, będziemy tedy mieli:

$$Aq = Q \text{ wst } \alpha,$$

$$Ap = Q \text{ dost } \alpha,$$

$$Ds = Q' \text{ wst } \alpha,$$

$$Dr = Q' \text{ dost } \alpha.$$

Parcie więc całe w kierunku krokwi będzie  $(Q+Q') \text{ wst } \alpha$ ,



które od punktu  $B$  na przedłużeniu krokwi odciąwszy, i na dwie siły rozłożywszy będziemy mieli

$$BH = \frac{(Q + Q')}{2} \text{wst } 2\alpha,$$

$$BK = (Q + Q') \overline{\text{wst}}^2 \alpha;$$

azatem 
$$S = \frac{(Q + Q')}{2} \text{wst } 2\alpha$$

$$V = (Q + Q') \overline{\text{wst}}^2 \alpha + Q'.$$

Nazwawszy  $AB$ ,  $2L$ ; ciężar krokwi  $2P$ ; część iey długości  $AD$ ,  $z$ , i otrzymane w tych ilościach (podług liczby 55) wyrażenia sił ciśnienia,  $Q$ ,  $Q'$ ,  $Q''$ , włożywszy w powyższe wzory, mieć będziemy

$$S = \frac{P(2L + z)}{4L} \text{wst } 2\alpha$$

$$V = \frac{P(2L + z)}{2L} \overline{\text{wst}}^2 \alpha + \frac{P(2L - z)}{2L};$$

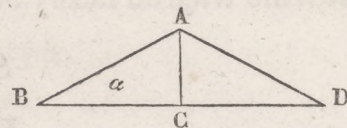
$$Dr = Q' \text{ dost } \alpha = P. \text{ dost } \alpha.$$

Stąd wyczytuujemy: iż, *aby zastrzał korzystnie mógł być użytym, dla zmniejszenia poziomego zewnętrznego parcia krokwi, powinna ilość  $z$  być ile możliwości najmniejszą, czyli zastrzał tak wysoko dany iak tylko być może.*

Nadto, sprawdza się to ogólne prawo, tyczące się krokwi dachu półszczytowego, że te mają być poniżone o tyle o ile okoliczności miejscowe tego dozwolą, wyiawszy przypadek, kiedy nie na słupcu są oparte, ale w ścianie osadzone: bo w tym razie rzecz się ma całkiem odwrótnie.



57. Każdej krokwi  $AB$  i  $AD$  w dachu szczytowym, mamy oznaczyć siłę pionowego ciśnienia i siłę parcia zewnętrznego.



Parcie i ciśnienie krokwi dachu szczytowego.

Wiązar taki uważać możemy iak  $B$  gdyby był złożony z dwóch krokwi dachu półszczytowego; bo połączenie ich w punkcie  $A$  zastępuje ścianę pionową.

Naydziemy tu podobnie iak pod liczbą 56:

1<sup>od</sup> że siły poziome zewnętrznego parcia w punkcie  $A$ , z obu stron, będąc równe i w prost sobie przeciwne, niszczą się.

2<sup>re</sup> że parcie zewnętrzne i ciśnienie pionowe przy każdym z punktów  $B$  i  $D$  są następujące:

$$S = P. \text{ dosty } \alpha$$

$$V = 2P.$$

Stąd widzimy, że w takim wiązarze, parcie poziome krokwi będzie tym większe im jest większa ich pochyłość, czyli im wysokość dachu jest mniejsza; zwłaszcza gdy krokwie nie w tramach w poprzek leżących, lecz w murlatach wzdłuż ściany, osadzone będą.

Uważmy teraz wiązanie krokwi wykonane za pośrednictwem storczyka  $AC$ , o który końce krokwi są oparte i doń przytwierdzone, i szukamy parcia iakiego ten słupek doświadcza, tudzież parcia zewnętrznego które ma miejsce u spodka krokwi.

Wiązanie to uważać możemy iakoby złożone było z dwóch



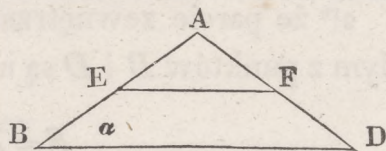
krokwi półszczytowych opartych na wspólnym słupcu, stosownie więc do liczby 56 naydziemy:

$$S = \frac{P \cdot \text{wst } 2\alpha}{2}$$

$$V = P (1 + \overline{\text{wst}}^2 \alpha).$$

Stąd widzimy, iż *parcie zewnętrzne tym jest mniejsze, im mniejsza będzie pochyłość krokwi*. W prowadzenie więc storeczyka w wiązar szczytowy dachów płaskich, wyborym jest środkiem zmniejszenia zewnętrznego ich poziomego parcia.

Weźmy teraz pod uwagę wiązar szczytowy opatrzony rozporą *EF*. Ciśnienie pionowe w punktach *A, E, B*, nazwiemy *Q, Q', Q''*. Siła *Q* daie się rozłożyć na dwie, *Q* dosty  $\alpha$  i  $\frac{Q}{\text{wst } \alpha}$ ;



Podobnie siła *Q'* rozłoży się na dwie *Q'* dosty  $\alpha$  i  $\frac{Q'}{\text{wst } \alpha}$ , pierwsza niszczy się także przez iey równą, działającą w kierunku rozpory; druga pozostaje i działa w kierunku krokwi.

W punkcie więc *B*, w kierunku krokwi działają dwie razem siły, czyli  $\frac{Q}{\text{wst } \alpha} + \frac{Q'}{\text{wst } \alpha}$ ; tę złożoną siłę rozłożmy na dwie, iedną poziomego parcia, drugą pionowego ciśnienia, a naydziemy:

$$\text{pierwszą } \left( \frac{Q + Q'}{\text{wst } \alpha} \right) \text{ dost } \alpha = (Q + Q') \text{ dosty } \alpha$$

$$\text{drugą } \left( \frac{Q + Q'}{\text{wst } \alpha} \right) \text{ wst } \alpha = (Q + Q').$$



Aże właśnie ciśnienie w punkcie  $B$  nazwaliśmy  $Q'$ , będzie tedy ostatecznie

$$S = (Q + Q') \text{ dosty } \alpha,$$

$$V = Q + Q' + Q'.$$

Postrzegamy więc, że *parcie zewnętrzne poziome powiększa się w miarę zmniejszania się kąta  $\alpha$ , czyli w miarę zmniejszającej się wysokości dachu.*

Parcie wewnętrzne na rozporę naleźliśmy by  $dź = Q$  dosty  $\alpha$ . Co nam pokazuje, że *rozpora wstecz ciśnioną będzie od dwóch sił równych, sobie przeciwnych, tym bardziej im dach jest płazszy.*

Rozważywszy nayprostszy wiązar szczytowy, naleźliśmy

$$S = P \text{ dosty } \alpha.$$

parcie zaś opatrzonego rozporą iest;

$$S = (Q + Q') \text{ dosty } \alpha.$$

W ostatnie to wyrażenie kładąc zamiast  $Q$  i  $Q'$ , ich pod liczbą 55 otrzymane wartości, mamy:

$$S = (Q + Q') \text{ dosty } \alpha = P \left( \frac{2L + z}{2L} \right) \text{ dosty } \alpha.$$

Stąd uczymy się, że *parcie poziome zewnętrzne u spodka wiązaru opatrzonego rozporą iest większe, aniżeli kiedy iey nie ma, a tym większe im rozpora niżej iest osadzona.*

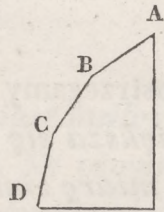
Dla niepowiększenia tedy parcia, rozpora nie wyżey nad  $\frac{2}{5}$  wysokości dachu czyli  $\frac{5}{10}$  długości krokwi, osadzaną by  $dź$  ma; albowiem wyżey dana sprawiłaby w miejscu zwarzcia się



krokwi parcie poziome odziemne, rozerwać krokwie usiłujące (\*).

Działanie krokwi obłączystych.

58. Jeżeli krokiew dachu będzie łamaną, to jest, z wielu części  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ , na sobie opartych złożoną i jeżeli te części zostają w równowadze, parcia ich poziome w punktach zetknięcia się  $B$  i  $C$  są koniecznie równe. Dajmy teraz że części łamaney krokwi tak są małe, iż je za łuki pewney linii krzywey wziąć można, muszą więc, według wzmiankowanego dopiero prawa, parcia poziome w punktach zetknięcia być sobie równe, jeżeli te części zostają w równowadze. Lecz że takiegoż prawa dostrzegamy w linii łańcużkowej, wiązanie więc obłączyste aby dokładnie równoważącym się było, iedynie podług tey tylko linii robione byłoby powinno; a jeżeli konieczna potrzeba zniewala robić go podług inney krzywości, tedy przynajmniey tę krzywość do linii łańcużkowej, ile możności, przybliżyć potrzeba.



Ogólne uwagi nad urządzeniem więźby tramowey.

59. Z całej rzeczy, o urządzeniu więźby tramowey i o sposobie działania iey części, następujące ogólne wyprowadzamy wnioski:

1) Wszelka więźba dachowa w obudwóch połowach swoich, z iednakiey liczby, iednakich i iednako położonych części składać się powinna, aby siły parcia z ciężaru pochodzące w części iakieys zniszczyć się mogły. W więźbach przeto i wiązarach dachowych symetryczność istotnym będzie mocy i trwałości warunkiem.

(\*) EYTELWEIN. 2. B. XIII. K. § 558.



2) Krokwie, osobliwie dachów spłaszczonych, daleko pożyteczniey w naciągach czyli *ściągaczach* (entrait, tirant) osadzać, niż w murłatach wzdłuż ściany leżących; tym bowiem sposobem siła rozpierająca obciążoney krokwi, ku wyprężeniu i do napięcia tey poziomey belki całkiem obróconą zostanie.

3) Wtrącenie storczyka między wierzchołki krokiew, tym bardziey umnieysza parcia ich poziomego im dachy bardziey są spłaszczone; lecz z przyczyny storczyka słabiey napięty ściągacz zawsze na storczyku ma być zawieszony.

4) Krokwie w ściągaczu osadzone mogą się obeysdź bez posiłkuiących części, skoro do tyła są silne, że się nie uginają pod ciężarem nakrycia; kiedy tymczasem też same krokwie i w tym samym razie bez tey belki użyte, koniecznie potrzebować będą wielu części posiłkuiących, dla zniszczenia lub tylko osłabienia poziomego parcia.

5) Jeżeli krokwie ugiąć się będą mogły pod przypadaiącym na nie ciężarem, tedy rozpieramy one rozporą, albo posiłkuiemy zastrzałami; które iuż to są w storczyku, iuż w belce osadzone.

6) Zastrzały prostopadle podpierające krokwie, skuteczniey działają, niż ukośne do nich rozpory; ale też ciężar przez nie na storczyk albo belkę przenoszący się, częścią ich swoią obciąża; gdy tymczasem rozpora z dwóch przeciwnych stron przyięte ciężary niszczy wstecz siebie obracając, a storczyki przy niey użyte, całkiem służyć mogą do zawieszenia głównego tramu. Stądby wypadało że rozpor snadź lepiej używać do rozparcia krokwi, niż zastrzałów do podpierania.

7) Aby rozpora w dachu spłaszczonym i ciężkie krycie



mającym, nie przyczyniała zbyt dużego parcia, bliżej wierzchołka niż w  $\frac{1}{3}$  części wysokości, daną być nie powinna.

Dla tego to w dachach wzniosłych i szerokich, dajemy dwie rozpory, każdą w  $\frac{1}{3}$  części wysokości dachu, i kiedy są zbyt długie *mieczami* ie (liens) posiłkujemy. W dachu zaś, którego krokwie pod kątem prostym zbiegać się będą, jedna tylko, w połowie wysokości, wystarcza.

8) Zastrzały także aby zbyt ciężko nie obciążały storczyków powinny u dołu między sobą taki kąt zawierać jaki krokwie formują u góry, czyli być do nich naprzemian równoległymi. Więc gdy kąt zwarcia się krokwi jest prostym, zastrzały wówczas w najkorzystniejszym najdłuższym położeniu. I przeciwnie, w spłaszczonych i podniosłych dachach, będąc bardziej w jedną stronę niż w drugą nachylone, nie są już tak użyteczne: jeżeli bowiem uczynimy zastrzały mniej do krokwi nachylone, tedy przelany przez nie na storczyki ciężar, większy będzie w dachach spłaszczonych niż w podniosłych. Stąd nakoniec wnosimy, iż zastrzały użyte w dachach podniosłych mniej mają niedogodności.

Wieżba żelazna.

60. Stosując prawa oporu ciał kruchych albo sprężystych, tudzież wypadki doświadczeń nad żelazem lanym i klepanym, możemy zręcznie używać jednego lub drugiego, na tramy i całą powagę stropową, a równym prawem i na wieżbę dachową, jeżeli konieczny warunek trwałości lub bezpieczeństwa tego po nas wymagać będzie. Z klinów klatkowych lanego albo klepanego żelaza, prócz sklepień mostowych, robione być mogą sklepienia i wieżby pod nakrycie budowli. Znałoma jest powszechnie ogromna bania z prę-



tow żelaznych złożona, która pokrywa w Paryżu budowę do przedaży mąki i zboża przeznaczoną (halle au blé).

Klepanego też żelaza na zwyczajną więźbę dachową często używają.

Wzór 5 Tab. VIII, okazuje połowę więźby z prętów żelaza skutecznoney, pod nakrycie przestrzeni  $57\frac{3}{4}$  łokci w świetle szerokiey. Dwa w niej są łąki kołowe, jeden bardziej spłaszczony niż drugi; do iednego w dwóch miejscach, które odpowiadają miejscom słabym w sklepieniach, krokwie, a do drugiego rozpora, są stycznemi. Obadwa zawieszony są na środkowym trzpieniu, od którego do krokwi idą dwa zastrzały. Pręt nakoniec wielki, na środku nieco wzdęty i odpowiadające belce dachowey, zawieszony jest na sześciu iakoby wędzidłach, które przytwierdzone są do wszystkich wyżej wyliczonych tu części.

Tab. VIII.  
Wzór 5.

61. Ozdoba w powszechności na tych tylko członkach budowli naidować się może, które są w niej wewnątrz albo zewnątrz wyraźnie widziane. A przeto części więźby dachowey w takim tylko przypadku ozdobione być mogą, kiedy dach iedyny i ostateczny budowli stanowi pokrycie, albo kiedy części jego zewnątrz ścian, dla zrobienia okapu, są przedłużone.

Ozdoba więźby dachowey.

Wzór 4 pokazuje przyozdobienie belki i części ją posilkujących, iakie jest w kościele ś. Miniata we Florencyi.

Wzór 4.

Wzory 5 i 6 dają widzieć skromną i obok bogatą ozdobę końców krokwi, czyli *krokiewnic* (*Sparrenköpfe*).

Wzory 5, 6,  
7 i 8.

Wzór 7 wyobraża skład ozdobnego okapu i jego podniebienia. Ozdobne krokiewnice albo z drzewa twardego wy-

Wzór 7.



rzynane bywają albo dęto odlewane z cynku lub surowcu żelaza bydź mogą.

Wzór 8. Wzór 8 przedstawia okap z prętów żelaznych, którego krokiewnice podparte są ozdobnemi wężami.

#### KRYCIE DACHÓW.

62. Dwie istotne części naznaczyliśmy sobie do uważania w dachach, to iest: krycie czyli pomost ściekowy i wiązanie na którym krycie spoczywa. Poznawszy skład więzby dachowey, przystępujemy do roztrząsania różnych sposobów iey nakrywania.

Nawpółdzicy ludzie kryją swoje mieszkania gliną, darnią, liściem, korą drewną albo skórami zwierząt; przeciwnie ludzie na naywyższym stopniu cywilizacyi i bogactw stojący, wznoszą budowle pokryte marmurem śnieżney białości, miedzią lub bronzem złocistym. Pośredniey trwałości i ceny wątek, iest powszechnie na pokrycie używany, iako to: kamień ciosowy, łupek gliniany, dachówka i niektóre metalle ciągłe, iako ołów, cynk, miedź i żelazo.

Krycie ka-  
mienne.  
Tab IX.  
Wzór 1.

63. Wzór 1 Tab. IX wyobraża krycie urobione z kamienia ciosowego, które się używa do dachów płaskich i tylko na sklepioney kamienney więzbie. Składa się z płytkich kamiennych *totoków*, które od środka do środka krokwi swą długością sięgają. W nich poziome brzegi przykrywają ieden drugiego, i aby pomiędzy nie woda przesiąknąć nie mogła, łączą się na *zakładkę*; brzegi w górę idące i podniesione, stykają się z sobą szczelnie i są pokryte umyślnie do tego przysposobionym kamieniem, który *gąsiorem* zowią. Kamienie



te, brzegi drugich pokrywaiące, mają postać połowy ściętego ostrokągu; tyle tylko wewnątrz wydrążone ile tego potrzeba na pomieszczenie brzegów podniesionych w fotokach, tudzież dla obięcia cieńszego końca podobnegoż sobie a tuż niżej położonego gąsiora. Długość gąsiora dwa razy większą bywa od szerokości fotoka. Pierwsze gąsioro przy samym brzegu dachu leżące, zadnione są i na dnach miewaią wyrzyte ozdoby *A*, *B*.

Sposób ten przyozdobienia prosty i nadobny powszechnie był używanym na świątyniach greckich, marmurem pospolicie krytych. Na końcach i u wierzchołka szczytu czyli frontonu świątyni, osadzano wydatniejsze ozdoby: na wierzchołku, miały postać iaką wzór *A* wyobraża, narożne zaś miały postać ćwierćkulistą i z dwóch stron były przyozdobione pewnym *kwiatonem B*. Te trzy ozdobne dna gąsiorów łączyły się razem przyozdobionym także pasem marmurowym. Domyslać się godzi, że formy wiek pokrywaiących grobowce starożytne, biorą swój początek z tego sposobu zakończenia brzegów kamiennego pokrycia.

Wzór 2 okazuje krycie łupkiem glinianym. Łupek ten mogący się drzeć na cienkie gładkie i lekkie słoie, używa się we Francyi i w Niemczech gdzie się też obficie nayduie. Troiaki się nayduie; ieden twardy nie snadny do darcia, inny iak glina miękki lecz twardniejący w powietrzu; inny między dwoma pierwszymi szrodkuie, i ten też na cienkie warsty rozplątany do krycia wyłącznie używany bywa. Łupek gliniany ma sobie właściwe wady, a mianowicie że w ogniu i od mrozu pęka. Naywiększe tabliczki łupkowe, iakich we

Wzór 2.



Francyi używają, miewają pospolicie 11 długości, 8 cali szerokości a  $1\frac{3}{4}$  linii grubości.

Krycie łupkiem skutecznia się w następującym porządku: naprzód, po zrównanych krokiewkach robimy *rzeszot* z łąt dachowych, kładąc i przybiiając gwoździami łątę od łąty w równey odległości na  $1\frac{1}{2}$  około cala. Po rzeszocie układa się łupki w rzędy poziome, zachowując przewież pomiędzy rzędami. Rząd wierzchni nakrywa spodniego  $\frac{2}{3}$  części. Im dachy są płazsze, tym więcej rząd na rząd zachodzić powinien. Każda łupku płytka przytwierdza się do łąt dwoma gwoździami, przez otworki w górnym iey brzegu przygotowane.

Krycie dachówkowe.

64. Wzory 3, 4, 5 i 6 wyobrażają sposoby krycia dachówką. Dachówka lubo robi się podobnym sposobem iak cegła, wszakże troskliwość w oczyszczeniu i wymieszeniu gliny, tudzież w formowaniu z niey i wypaleniu dachówek, daleko większą mieć należy, niż przy robocie cegieł.

Postać dachówek czworaką tu na wzorach widzimy.

Wzór 3.

Wzór 3 okazuje ułożone krycie z dachówek rzymskich. Sposób takiego krycia ze wszystkich naytrwalszego i naydawniejszego po dziś dzień zachował się we Włoszech. Składa się z trzech różnych dachówek, a raczey z dwóch tylko, gdyż trzecia nie różni się od pospolitey cegły, chyba tylko dobrocią i znacznie mnieyszą grubością. Na krokiewkach, w odległości 8 około cali rozsadzonych, uściela się naprzód pomost z tych płaskich iak cegła dachówek, które włosi zowią *pianelle*, a spoienia ich opatrują się zaprawą wapienną. Na tey iakoby posadzce kładą się dachówki drugie,



płaskie wprawdzie, lecz z brzegami w górę odgiętymi, które Włosi *tegole* zowią; a że te z iednego końca węższe są niż z drugiego, dachówka zatém rzędu iednego zachodzi w dachówkę rzędu poprzedzającego, i tę w trzeciej części z góry nakrywa. Przestrzeń między dwóma w górę idącemi rzędami zostająca, oraz brzegi ich odgięte nakrywaią się trzecim rzędem dachówki żłobiastej, niby gąsiorkami, *canale* u Włochów zwanemi. Wielkość tych dachówek w różnych miastach włoskich różna bywa, ale w Rzymie wymiary ich są stałe i dla zachowania powszechnego wyryte na kamiennej tablicy w ratuszu złożoney. Kiedy te wszystkie trzy dachówki na zaprawie wapiennej dobrze ułożone zostaną, daią krycie niepożytey prawie trwałości.

Wzór 4 uczy krycia dachówką żłobiastą, iakiey powszechnie używaią w południowey Francyi, w Hiszpanii i we Włoszech. Iestto dachówka całkiem taka, iaką w poprzedzającym wzorze gąsiorkami nazwaliśmy: długość iey zwyczajna bywa cali 15, szerokość przy iednym końcu cali 7 linij 6, przy drugim 5 cali 7½ linij, grubość ½ cala: krzywość iey nie ma zupełnego półkola, lecz raczej łuk o 150°. Ponieważ taka dachówka, równie iak i poprzedzającego wzoru, własnym się tylko ciężarem na dachu trzyma; powinna bydź przeto używaną iedynie do dachów nie wyższych nad 26° i ½, to iest, których wysokość iest ¼ szerokości. W układaniu takiego pokrycia zachowuie się następujący porządek. Dachówki kładą się, z dołu ku górze postępując, iedne nicem, dla zrobienia iakoby rynien; drugie zaś, dla przykrycia brzegów dwóch przyległych rzędów, kładą się licem, czyli

Wzór 4.



krzywizną w górę obrócone. Pierwszy od brzegu poziomy szereg osadza się dla mocy na zaprawie wapiennej. Wszystkie krawędzie dachu okryte być mają takieży postaci dachówką, tylko znacznie większą; w miejscach także, gdzie płaszczyzny ściekowe tworzą krawędzie wpadłe, tam rynny robią się z tychże samych gąsiorów nicem odwróconych. Chcąc takie pokrycie bardzo trwałem uczynić, składamy je wciąż na zaprawie wapiennej, a zamiast drewnianej podłogi, iaką widzimy na wzorze, dajemy raczy sposobem rzymskim ceglany pomost.

Wzór 5.

Wzór 5 okazuje krycie dachówką *hollenderką*, która w poprzecznym przecięciu wydaie postać litery S. Dachówka hollenderska opatrzona iest z tyłu *kluczką* służącą do zawieszenia iey na łałach rzeszotu, i dla tegoto może być użytą do krycia dachów stromych, to iest, nachylonych ku poziomowi pod kątem od 30° do 40°. Dachówka hollenderska mająca ieden brzeg w górę, drugi w dół zagięty, wzajemnie iedna drugąwzdłuż pokrywa, przez szerokość zaś iedna na drugą do trzeciej części zachodzi; ale brzegi zagięte nie wiele drugich przykrywać mogą; dla tegoto zwyczaj iest zlepiac je zaprawą wapienną, do której piłśc lub też co iey podobnego przymieszujemy. Wszakże w kraiach północnych i ten środek nie iest ieszcze dostatecznym; zaprawa bowiem od mrozu pęka się, kruszy i wilgoć na wskrós przepuszcza.

Wzór 6.

Wzór 6 okazuje razem dwa sposoby krycia dachówką płaską, którą też inaczy *karpiówką* nazywamy. Woda rozpierchniona po dachówkach płaskich nie tak łatwo spływa, iak po żłobiastych, po których toczy się niby strumykiem.



Dachówka zatem płaska na dachach tylko stromych przydatną być może; dać więc właściwe krycie północnym kraiom. Najmniejsza pochyłość jaką połaciom z płaskiej dachówki złożonym dać można, nie powinna przechodzić  $27^{\circ}$ , a wzrastać może aż do  $60^{\circ}$ .

Postać zwyczajna dachówek płaskich jest postacią prostokąta, długiego od 11 do 12 cali, a szerokiego  $6\frac{1}{2}$  cala, grubości około 7 linii. W ogólności szerokość dachówki płaskiej bywa  $\frac{2}{3}$  częściami długości, a grubość  $\frac{1}{20}$  iey częścią. Dachówki płaskie mają ze spodu przy iednym końcu kluczkę, przydatną do zawieszenia na łacie. Układają się iużto w podwójne poziome rzędy, iak tego pierwsza część wzoru 6<sup>go</sup> naucza, iuż w pojedyncze, iak jest w części drugiej pokazano. Zawsze spoienia iednego rzędu w przewież ze spoieniami drugiego układać się mają. Sposób pierwszy dać krycie ciężkie wprawdzie, ale za to nieprzenikliwe. Końce dachówek w dół obrócone zaokrąglane bywają, dla zebrania rozprzchnioney wody w ieden iakoby strumyk; iednak to zaokrąglenie nie będzie wielkie, gdyż otwarłyby się zbyt nie spoienia i woda z większą łatwością przenikałaby pod spód krycia. Dachówki płaskie powinny być nieco w górę odgięte, aby łatwiej po pochyłości dachu ułożone być mogły.

Robiono w staroświeczyźnie dachówki polewane różnych kolorów: czerwone, żółte, zielone, z których nawet rozmaite na dachu wysadzano przyozdobienia. Takie pokrycie z słonecznym światłem igrające, miłe weyrzenie sprawiać może. Nie masz przyczyny, dla którejby tak wielce sprzyiającą trwałości i prostą ozdobę całkiem zaniedbać miano; owszem,



przystoyną jest rzeczą małe budowle, iednym kolorem polewaną, nakrywać dachówką.

Krycie drow-  
niane.  
Wzór 7.

65. Wzór 7 oznacza krycie tarcicowe. Do tey roboty brać powinniśmy tarcice sosnowe, równe, gładkie, bez sęków, obłony, skaz i zgnilizny, długie przez całą szerokość połaci grube od 1 do  $1\frac{1}{2}$  cala, szerokie od 8 do 10 cali. Tarcice do krycia pod sznur spuszczać należy, z wierzchu wygładzić i przez całą długość tuż przy obudwóch brzegach porobić żłobki na pół cala głębokie. Tak przysposobione deszczki, układamy we dwie warsty i w przewież; a to dla tego robimy, iżby przez spoienia pierwszej warsty przesiękła woda, po żłobkach drugiej koniecznie spłynęła. Pierwsza warsta rzadzey, druga gęściey *zamkowemi* gwoździami przybitą bydz powinna.

Wzór 8.

Wzór 8 okazuje sposób krycia gontami. Gonty są to strugane sosnowe albo iodłowe deszczułki, długie na ieden łokieć, szerokie od 4 do 5 cali; w nich ieden brzeg iest *ostrzem* drugi *tylcem*: wzdłuż tylca idzie wydrażenie które się ostrzem drugiej gonty całkiem wypełniać może; a tym sposobem iedna z drugą szczelnie się łączy. Gonty dobre, zwykle są czerwoniawe, niepopękane, proste i niesękowate. Przeciwnie sinawe i czerwliwe, zgoła nie są użyteczne. Gonty, kiedy są zbyt suche, na kilka godzin przed użyciem zanurzają się do wody, aby się nie szczepały w robocie i nie paczyły od pierwszego deszczu. Gonty układamy na dachu w szeregi poziome w iednym kierunku idące. Szereg wierzchni nakrywa  $\frac{2}{3}$  części szerokości spodniego. Każdą gontę przytwierdzamy do łąt na krokwiach lub krokiew-



kach rozpostartych dwóma najmniey gwoździami, które do gont umyślnie są robione, i dla tego *gontalami* powszechnie nazywane.

Z dobrych gont i dobrze zrobione pokrycie, z górą 20 lat bez poprawiania stać może.

*Skudło* (bardeau) w tém różne od gonty, że nie iest brozdowane, że się wyrabia z twardego drzewa, dębu lub buku. Robią także skudła z klepek do użycia nieprzydatnych naczyń dębowych. Są one całkiem podobne do dachówek płaskich, długie od 12 do 14 cali, grube na 6 lub 8 liniy. Kładą ie pospolicie na szczelney tarcicowey podłodze, i przybiiaią, iak tafelki łupku z końca dwóma gwoździami. Takie krycie iest całé lekkie i łatwiey burzę wytrzymaie, niż łupek gliniany; używa się do pokrywania wieżowych strzał, i tym podobnych nieobszernych, a wzniosłych dachów.

Krycie tarcicowe, gontowe lub skudłowe dla większey trwałości, powlekamy smołą przegotowaną albo maluiemy pokostem; z pokostem mięsza się pospolicie farba zielona, czarna lub czerwona. Odnawiając to malowanie co trzy lub cztery lata, drewniane pokrycie do lat 40 w całości dochować można.

Wzór 9 daie wyobrażenie krycia dranicowego. Dranice są to darte sosnowe, cienkie, niegładkie deszczułki, pospolicie 6 cali szerokie, a  $2\frac{1}{2}$  łokci długie. Dranic używamy po wsiach do przykrycia domów i różnych gospodarskich budowli. W Litwie dwa są znaiome sposoby krycia dranicami: ieden w *łotoki*, to iest: osadzaiąc konce dranic w żłobionych bierwionkach, które do krokwi przez nakładzione drani-

Wzór 9.



ce drewnianemi kołkami są poprzybiiane. Drugi sposób pospolity, zależy na uciśnieniu i przytwierdzeniu dranic przez nakładzione powierzchu łaty, które drewnianemi albo żelaznemi gwoździami do spodnich łat są przymocowane. Sposób ten drugi pospolitszy, na wzorze dostatecznie iest objaśniony.

Krycie słomiane.  
Wzór 10.

66. Wzór 10 wyobraża nam w iedney połowie *kulikami* czyli *pod kłos*, w drugiej, sposobem litewskim *pod łopatę* zrobioną strzechę. Strzecha słomiana daie lekkie, tanie i trwałe budowli rolniczych pokrycie. Robota uskutecznia się w następującym porządku. Do krokwi albo krokiewek, więźby pod strzechę przygotowaney, przybiia strzecharz łaty albo przywiązuie *drabiast*, to iest: żerdki okrągłe, które dla równości wierzchowinami składa, przywiązuie zaś witekami rokiciny albo innego gatunku łoży. Kiedy strzecha ma być z kulików zrobiona, wtedy strzecharz na przysposobioney osnowie układa warstami z dołu do góry idąc snopki czyli kuliki (\*). Kuliki te, grube od sześciu do ośmiu cali, robi ze słomy żytniey, wiążąc po dwa lub trzy razem, w trzeciey części od końca, słomianém przewiąsłem. Pierwszy rząd z dołu, i każdy szereg po krawędziach dachu, obraca w dół grubszym końcem, inne wszystkie rzędy do góry kładzie, i statecznie wierzchnim dolnego dwie trzecie części zakrywa, a każdy kulik garścią odłożoney od niegoż słomy albo też wicią mocno do drabiastu przywiązuie. I przeciwnie: kiedy ma kryć pod łopatę sposobem litewskim, natenczas słomę statecznie kłosami w górę obraca i  $\frac{5}{4}$  części iedney warsty nakrywa dru-

(\*) W Litwie rozróżniają *snop*, *snopkę* od *kula*, *kulika*, mówiąc: *snop zboża*, *kul słomy*.



gą. Robotę uskutecznia strzecharz, mając pod ręką *łopatę*; iestto, iak ią widzimy przy wzorze pod literą *A*, deszczulka na 15 cali długa, na 12 szeroka; na iedney stronie pobrózdowana, na drugiey ma przytwierdzoną rękoieść. Położywszy tedy słomę, przyciska ią z góry prętem na 5 ćwierci łokcia długim, a nim go wicią do łąty tuż podespodem leżącej nawsawsze przywiąże, tym czasem łopatą uderza zlekka w komle słomy, i tym sposobem układa ie z ukosa, wedle spadzistości dachu. Wierzch strzechy nakrywa słomą pomiętą, i tę przyciska drewnianemi *kluczami*; czasem też zamiast słomy pomiętey, używają z lepszym skutkiem i bez kluczów, pazdzioru konopnego. Strzecha pod łopatę dobrze zrobiona iest gładka, stoczysta, gęsta i nieprzenikliwa od deszczu, i dla tego 40 i 50 lat wybornie przetrwać może.

Podobne strzesze słomianey robią poszycie z trzciny błotney czyli *oczeretu*. Sposób postępowania iest prawie iednaki, prócz, że trzcina iako grubsza od słomy i slizka, mocniejszego przywiązywania i większey baczności po robotniku wymaga. Wszakże, kiedy strzecha oczeretowa należycie zrobioną będzie, może wyrównać w trwałości strzesze słomianey.

67. To krycie, które wzór 11 wyobraża, składa się z sześciobocznych całych i połowicznych dachówek, które po ułożeniu, mają weyrzenie kwadratów i troykątów. Dachówki całe mają felc podwójny, ieden z wierzchu drugi ze spodu przez trzecią część grubości zrobione. Kiedy te brzegi wierzchnie do deskowey podłogi gwoździami przytwierdzone zostaną, spodniemi przykryte, i obadwa kitem trwałym

Krycie spiżowe i blaszane.

Wzór 11.



spoione będą, tedy całkowity ich układ iednę ciągłą płaszczyzną uczyni. Aby ułatwić bardziey spływanie wody deszczowey, poczynione bydź mogą w kierunku płynienia, przy brzegach z góry i wzdłuż części odkrytey, na  $\frac{1}{2}$  cala głębokie brózdki. Połowiczne dachówki służą do położenia przy brzegach. Opisane dachówki z małą odmianą, iedni z gliny paloney, lub tektury kamienney (carton-pierre) robić radzą, drudzy słusznie cały ten sposób krycia dla dachówki spiżowey, albo z iakiego bądź kruszcu odlewaney, właściwszym bydź sądzą.

Kruszce klepalne, iako ołów', miedź i żelazo, na cienkie blachy pomiędzy walcami wyciągnione, dostarczaią wybornego wátku, do pokrywania znakomitych budowli.

Blachy ołowiane od 1 do 2 linii bywaią grube; żelazne cieńsze od nich, a miedziane ieszcze cieńsze bydź mogą. Blachy rossyyskie są pojedyncze albo podwójne, to iest: ieden arszyn spełna albo dwa w powierzchni zawieraia.

Wzór 12.

Sposób okazany na wzorze 12 do kaźdey giętkiey metalicznej blachy iednako dobrze zastosować się daie; kaźdey bowiem brzegi, łączyć powinniśmy sposobem obrębków podatnych, dla uniknienia szkody, iaką podniesiona temperatura w kryciu blaszaném zrządzić może.

Zabieraiąc się do pokrywania żelazną naprzykład blachą, naprzód ią troskliwie obeyrzeć potrzeba, czy nie iest od rdzy lub piasku, w czasie ciągnienia, na wskrós przedziurawioną; potém ią węglem oczyścić, pokostem z obu stron natrzeć, i takiey do roboty używać. Po odkroieniu rogów, *fałduiemy* blachę, to iest: odwracamy iey brzegi, dwa na wierzch, dwa



drugie pod spód, biorąc na ich połączenie około 5 cali. Tak przygotowane arkusze układamy na drabiniastej z wązkich tarciczek osnowie, i do niej za pomocą blaszanych *tapek* gwoździami przybiiamy. Brzegi poziome łączymy leżącym obrębkim, a pionowe stojącym. Kray dachu osobliwie utwierdzać należy, aby burzą nie mógł być podięty: gdyż burza blachę w trąbę skręcić i z dachu zedrzeć może. Najlepszy sposób umocowania okapu, iest za pomocą żelaztwa na podobieństwo litery T udziałanego, które w pewney odległości do krokwi się przybii i ze spodu pasem blachy, a z wierzchu wciąż idącym nakryciem obeymuie, iak to dostatecznie wzór 12 objaśnia. Krycie żelazne, natychmiast po ukończeniu, farbą pokostową czerwoną, zieloną lub czarną pomalować, i statecznie co cztery lub pięć lat przemalowywać należy.

68. Powiedzieliśmy pod liczbą 51, iż kąt otrzymany na pochyłość dachu podług prawidła ogólnego, miarkowany jeszcze bydź powinien przez wzgląd na rodzaj krycia i miejscowe położenie budowli. Iakoż, dachówka żłobiasta mniejszą znieść może spadzistość niż płaska: woda bowiem po rynienkach dachówki żłobiastej zgromadzona, nierównie łatwiej spływa niż rozpierzchniona po powierzchni płaskiej. Nadto, woda wstecznym wiatrem wstrzymywana, albo też woda z drobnego deszczu powstająca, nie mogąc swoim ciężarem przemódz siły przyciągania, wstępuje nawet wysoko między brzegami krycia, (iak w rurkach włosowych), i często ie na wskrós przenika. Toż samo dzieie się z topniejącym śniegiem. Skutek ten iest widoczniejszym na łupku niż na da-

Miarkowanie spadzistości dachów.



chówce, a jeszcze bardziej wyraźnym na szklanném pokryciu. W ogólności więc, im pokrycie z gęstszego materiału zrobione będzie, tym szczelniejszy i daley brzeg brzegiem pokrywać należy, a połacie stromiey podnosić. Dachówka francuzka albo hollenderska mnieyszą znieść może pochyłość niż rzymska; potrzeba zatem przydadź, podług Rondeleta, do odległości mieysca od zwrótnika *szóstą* część tegoż kąta, kryjąc dachówką rzymską, a *trzecią* część, płaską czyli karpiówką; nie zaś nie przydawać kiedy kryjemy dachówką żłobiastą.

W naznaczaniu kąta pochyłości, zwracać jeszcze należy baczenie na stan mieyscowy powietrza, i expozycyą budowli. I tak, dachy całkiem odwrócone ku północy i te, które w mieyscach błotnistych i niskich, gdzie częste mgły panują, budujemy, wznioślejsze będą niż te, które są ku słońcu całkiem obrócone, w mieyscach suchych i przewiewnych.



## K S I Ę G A II.

### O CZŁONKACH UTRZYMUJĄCYCH NAKRYCIE BUDOWLI.

69. Każde nakrycie budowli, razem wzięte ze swemi węzłowami, oczepami, i wszelkiemi podkładzinami, uważaliśmy dotąd, iakoby było złożone na niewzruszoney poziomey płaszczyźnie; a iest rzeczywiście w budowli na osobnych podporach lub ścianach usadowione. Owoż te członki utrzymujące nakrycie, to iest, słupy i ściany, ze wszystkimi ich częściami, roztrząsać ieszcze i poznać winniśmy. W prawdzie, wszystkie członki budowli, iedne drugim wzajemnie za podparcie służyć mogą; i przeciwnie, mamy słupy i ściany żadnego pokrycia nie utrzymujące; lecz każdy to zna należycie, iż, równie w rzeczach przemysłu iak i w tworach przyrodzenia, nie masz tak odrębnych w istocie przedziałów iakie między nimi nauka czyni. Owszem, przez takie w ogół gromadzenie, nauki postępują i ułatwiają umysłowi ludzkiemu obięcie i spamiętanie ogromu rzeczy do wiedzenia potrzebnych.

## R O Z D Z I A Ł I.

### S Ł U P Y.

70. Podpory osobne czyli słupy, przez pośrednictwo węzłowców, oczepów, podkładzin lub płatew, przeznaczone są do dźwigania na sobie sklepień, stropów i dachów. Słupy uważamy także na niewzruszonym poziomie prostopadle stojące.

Tab. X.  
Wzory 1...5.



Podpory osobne zowiemy w ogólności: *filarami* (piliers), *stupami* (colonnes), albo *stupcami* (poteaux), podług tego iak są z wielu brył graniastych, lub z iedney kamienia albo drzewa zrobione bryły. Kiedy pierwsze lub drugie, mając wszystkie podporom właściwe części, mają prócz tego wysokość z szerokością własney podstawy, w pewnych zwyczajem uświęconych stosunkach, wówczas nazywamy je *pilastrami* czyli czworogrannemi słupami, jeżeli mają podstawy kwadratowe; a *kolumnami* lub *stupami* tylko, jeżeli ich podstawy są kołowe. Nadto, kiedy podpora utrzymuje na wezłotwii złożone końce łuków sklepionych, a iest do tego czworogranna, krótszą od pilastru i w szczególnych od niego częściach różną, wtedy nosi imię *węgaru* (pied-droit d'une arcade). Tablica X. Wzory 1...5.

Postać słupom właściwa.

71. Postać i wielkość kaźdey bryły iest już témsamém oznaczoną, skoro oznaczone mamy: linią tworzącą, iey kierownicę, oraz sposób tworzenia się czyli prawo, podług którego tworząca, stały lub zmienney wielkości i postaci, odbywa ruch w przestrzeni.

Postać, wielkość, położenie i prawo ruchu tychto obudwóch linii, wydaiących bryłowatość kaźdego członka budowli, ściśle rzeczy biorąc, zależą od przeznaczenia iego w budowie: a stąd od wielkości iego, położenia, mocy bezwzględney wiatku, z którego ma być udziałany, od skrzyętnego użycia iego i oszczędzenia pracy przy wyrobieniu; a to wszystko zależy ieszcze od pożądanego stopnia oporu, z którym stawieć się powinien siłom ciągle nań działającym. Tak więc postać i wielkość podpory osobney w kaźdym szcze-



gólnym przypadku nie pierwey dokładnie mogą bydź oznaczone, aż gdy te wszystkie względy z ogólnego i szczególnego iey przeznaczenia pochodzące, dokładnie też ocenionemi zostaną. Droga iednak szczególnego postępowania, ogólnie tu wskazaną bydź może. Podpora osobna, stojąca prostopadle na niewzruszoney płaszczyźnie poziomey, przeznaczona iest utrzymywać albo ciężar tylko, wedle iey osi działaiący; albo ciężar i parcie pokrycia; albo prócz tego ieszcze siły przypadkowe w nieprzewidzianém miejscu i kierunku na nią wywierane. Podstawa tedy iey przełamania, przyymuiąca skutek sił połączonych, opierać się im powinna mocą spoienia i liczbą cząstek zbiorowych. Wielkość zatém tey pierwszej podstawy przełamania, zależeć będzie od potęgi sił na nią przypadaiący i od mocy materyału. Lecz ponieważ moc iednakich i iedney liczby cząstek, zależy od kształtu podstawy (C. I. 11); przeto, oszczędzaiąc materyału, taką postać tey pierwszej podstawie wybrać powinniśmy, przy którejby najmniejsza liczba iey cząstek zbiorowych, daney mocy, stawiała opór naywiększy. Wiemy z doświadczenia, iż moc od postaci zależąca iest prawie w stosunku odwrótnym obwodu podstawy (C. I. 36); więc podstawie słupa oznaczoney powierzchni, na którą ciężar prostopadle działa, damy iedną z następuiących postaci: wieńca kołowego, koła, wieloboku, albo kwadratu. Lecz gdy parcie lub inne siły wywieraią swe działanie ku pewney stronie podpory, wówczas podstawę iey bardziej ku tey też stronie poszerzyć, i postać prostokąta, albo nawet tróyramiennego lub czwororamiennego krzyża, nadać iey możemy.



Tak tedy mając oznaczoną postać i wielkość iedney podstawy w danym przypadku naywłaściwszą, wziąć należy oś słupa za kierownicę a obwód teyto podstawy za tworzącą bryłowość iego. Ale wiedzieć wprzód należy, czy tey podstawy wielkość przez całą wysokość słupa będzie stateczną, albo czy iey wymiary odmieńiać się powinny, i to podług iakiego prawa?

Ieżeli postać słupa iako członka budowli ma być, ile być może, doskonałą, powinna też być postacią bryły równego oporu (3). W bryle zaś równego oporu pod własnym tylko ciężarem stojący, prawo zmienności wymiarów tuż po sobie następujących podstaw przełamania, zawarte iest w tém oto zrównaniu na linię logarytmikę

$$-x = 2m \cdot \log. \frac{zy^2}{ah^2}, \quad (*)$$

gdzie przystawa  $\frac{zy^2}{ah^2}$  okazuje zmianę wymiarów kaźdey następney podstawy,

$x, y, z$ , są tu współuszykowane bryły, którey oś pionowa wziętą iest za oś odcinków,

$a, h$ , są to dwa dane wymiary podstawy, na której bryła stoi,

$2m$ , podstyczna logarytmiki, ilość stała zależąca od mocy spoienia użytego materyału.

Zrównanie to daie bryłę równego oporu, którey podstawy przełamania mogą być lub nie być poddane prawu ciągłości, bryłę mającą wysokość nieskończoną, i cienieiącą od podstawy na której stoi aż do wierzchołka lub krawędzi

(\*) GIRARD. De la résistance des solides. Section II me n. 178 i następne.



w nieskończoney wysokości przypadającej. Wszakże bryła materyalna do nieskończoney wysokości wznosić się nie może, lecz tylko dopóty, dopóki własnym ciężarem nie pokona mocy spoienia swojego wątku (\*). Owszem ściśły zachodzi stosunek między tą, do jakiej się wzniesić może, wysokością, a mocą spoienia wątku; tak dalece, że iedna ilość przez drugą wyrazić się może, i jest

$$m = -\frac{H}{4}, \text{ a stąd } x = \frac{H}{2} \log. \frac{zy^2}{ah^2};$$

gdzie  $H$ , oznacza wysokość, do której wzniesiony byź może graniastosłup z teyże materyi i teyże podstawy, co bryła, na którą jest poprzedzające zrównanie, iżby się mógł utrzymaé bez nagięcia widocznego pod własnym ciężarem.

Czyniąc w tém zrównaniu następnie,  $z = a$ ,  $y = h$ ,  $z = y$ ; mieć z niego będziemy trzy:

$$1) \quad x = \frac{H}{2} \log. \frac{y^2}{h^2} = H \log. \frac{y}{h},$$

$$2) \quad x = \frac{H}{2} \log. \frac{z}{a},$$

$$3) \quad x = \frac{H}{2} \log. \frac{y^3}{h^3} = \frac{3}{2} H \log. \frac{y}{h}.$$

Zrównania 1) i 2) są na ten przypadek, w którym ieden lub drugi wymiar podstawy przez całą wysokość stałym będzie; zrównanie zaś 3) na ten, kiedy obadwa wymiary sobie są równe i statecznie zmienne, iak to jest w ostrokregu i w ostrosłupie. Ich też postać naywłaściwszą jest dla słupów loźnie stojących, iakiemi są obeliski i piramidy egipskie.

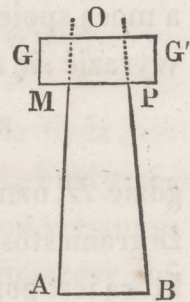
Stąd ieszcze wypada, iż słup daney podstawy i utworzony

---

(\*) GIRARD. II. 124.



przez obrót logarytmiki, której podstyczna ze względu na moc materiału przyzwoicie jest oznaczoną, opiera się wciąż iednostaynie swojemu ciężarowi. A ponieważ część ciężaru  $OPM$  słupa tak utworzonego, zaięta między wierzchołkiem iego i iakąkolwiek podstawą przełamania  $PM$ , może bydź ściśle oznaczoną, a zatém wyraz iey ciężaru iest zawsze wyrazem skończonym; można więc odiać tę część, i tyle ważącą na iey mieysce postawić bryłę  $GG'$ , której środek ciężkości należy umieścić na osi pozostałego słupa  $ABPM$ . Słup przez takie zastąpienie części swojego ciężaru nie przestaje bydź bryłą równego oporu, tak własnemu, iako też obcemu ciężarowi, którym iest obarczony. Postać więc doskonała podpór osobnych iest postacią ostrokręgu ściętego, utworzonego w obrócie logarytmiki około swej osi. Lecz że podstyczna  $\frac{3}{2}H$ , iest zawsze ilością niezmiernie wielką w porównaniu ze średnicą podstawy słupa (C. I. 107), i tym większą im watek iego iest oporniejszy, albo, co na iedno wychodzi, ciężar słupa iest bardzo małym ciężarem w porównaniu do ciężaru, który znieść może; łuk tedy tworzący, niezmiernie płaski, mięszać się będzie z linią prostą, prawie równoległą do osi obrotu, a ostrokrąg w walec się nieiako przemieni; i to się zgadza z wypadkiem, do którego przychodzimy, ieżeli ciężar słupa za nic uważać będziemy. I odwrótnie wypada, że im materiał słupa iest słabszym, czyli  $H$  ilością mnieyszą, tym logarytmika, mająca  $\frac{3}{2}H$  za podstyczną, bardziey też będzie się skłaniała ku osi, a słup nagley ku górze cienieć musi. *Z materiału więc*





opor nego, iak granit, porfir, albo drzewo, urobione słupy, mogą być prawie walcowe; z miękkiego zaś iak piaskowiec syпки, muszą mieć postać ostrokregu ściętego. Takiey też właśnie postaci są greckie i egipskie słupy. Słupy zaś metaliczne nayopornieysze będą, gdy są wewnątrz próżnemi walcami, czyli równey grubości rurami. (C. I. 100).

Ieżeli na podpore osobną działaią siły pod pewnym kątem do iey osi skierowane, i na iedney z nią płaszczyźnie działaiące w strony przeciwnie i pod tymże samym do osi kątem, wtedy, ieżeli każda kaźdey iest równa, zniszczą się w części; a z nich wypadkowa, w kierunku pionowym działaiąca, iest iakoby nowym z góry na wierzch podpory przydanym ciężarem. Lecz ieżeli, czyto z kilku wypadkowa, czy też iaka pojedyncza, w iedną stronę podpory biie, wówczas podpora ku tey stronie bardziey wysunioną czyli grubszą być powinna, a grubość iey w tém mieyscu zawsze łatwo daie się oznaczyć: kiedy bowiem mamy znaną siłę parcia i wysokość podpory w którey iest zastosowaną, naydziemy wymiar podstawy przeciwny momentowi tey siły. I tak, niech będzie siła  $p$ , wysokość podpory do którey iest przyłożoną  $d$ , wymiar podstawy  $x$ . Ieżeli siła poziomie działa, iey moment będzie  $pd$ ; opor zaś podstawy, wyrażaiąc ciężar słupa przez powierzchnię iego przecięcia, i ten tylko ciężar biorąc za opor, będzie  $\frac{dx^2}{2}$ ; stąd

$$pd = \frac{dx^2}{2}, \text{ a } x = \pm \sqrt{2p}.$$

Ieżeli siła  $p'$  działa ukośnie, wtedy albo iey ramie nazwawszy  $f$ , będzie

$$p'f = \frac{dx^2}{2}, \text{ a } x = \pm \sqrt{2p'f},$$



albo, rozkładając siłę ukośną na poziomą którą  $p$  zowiemy i pionową  $n$ , z góry uciskającą i tém samém powiększającą ciężar podpory, którey też cały wymiar podstawy  $x$  ma być wzięty za ramie działania, będziemy mieli

$$pd = \frac{dx^2}{2} + nx, \text{ a } x = -\frac{n}{d} \pm \sqrt{2p + \frac{n^2}{d^2}}.$$

Wzór ten ostatni jest ogólny, i do znalezienia grubości słupa przez  $x$  oznaczoney, zawsze przydatny.

Części słup  
składające.  
Tablica X.  
Wzory 1...5.

72. Podpora osobna ze trzech części różnych pospolicie złożoną bywa: *trzonu* (fût)  $A$ , czyli rzeczywistego słupa, i dwóch części po obu jego końcach przydanych, to jest: *głowicy* (chapiteau)  $B$  i *podstawy* (base)  $C$ . Wzory 1...5.

Wyprowadziwszy z przeznaczenia i innych względów istotnych, ogólną postać trzonu (71); zastanówmy się nad przeznaczeniem i postacią głowicy i podstawy słupa.

Obciążone wezgłowia sklepień, i tramy lub brusy stropu, które bezpośrednio na słupach kładziemy, są zawsze bryłami graniastej postaci, które występują za powierzchnią słupa, i nań sposobem drażka działają; dla tego na górne podpor krawędzie wywierają nie iednostayne, ciśnienie. Te zatem brzegi słupa, które są silniey uciśnione, łatwo by odkruszyć się mogły, gdyby temu nie zapobiegało użycie głowicy. Jest to więc część istotnie przydatna każdej podporze, i pospolicie z oporniejszego niż trzon materiału urobioną bywa.

W skład głowicy wchodzi naprzód część bezpośrednio przyymująca brzemień ciężaru, *wiekim* iey zwaną (tailloir) (wzory 3 i 4)  $a$ ; jest to mniej więcej miąższa, kwadratowa lub powykrawana kamienna płyta. Wieko na filarach pospoli-



tych i węgarach całą głowicę stanowi, i jest w nich tyle tylko użyteczne, ile jest warstwą całą oporniejszego kamienia. Wieka na słupach okrągłych i czworogranych, noszących na sobie poziome brusy, przez swoje za powierzchnią podpory wystawanie skracaia długość brusa od słupa do słupa sięgającego.

Drugą częścią w skład głowicy wchodzącą jest tak nazwany iey *spodek* (cymaise) *b.* (wzór 3 i 4). Na słupach czworogranych ma on postać piramidy ściętej i odwróconey, większą podstawą przystaie do wieka, mniejszą do górney podstawy słupa. Na słupach zaś okrągłych jest to bryła toczona, postaci ostokręgu ściętego, wierzchnią podstawę ma iakoby wpisaną w spód wieka a mniejszą przystaie do wierzchu słupa. Istotna postęga spodka głowicy na tém zależy, iż pionowy kierunek działającego ciężaru, zwraca ku środkowi słupa, albo raczey rozdziela go równie na wszystkie punkta górney podstawy, i tym sposobem krawędzie iey od uszkodzenia broni. Wieko i spodek stanowią właściwą głowicę słupa, wszakże przydaie się im niekiedy część trzecia mniej istotna. Jestto niby przedłużenie trzonu z iedney bryły ze spodkiem udziałane: nazywamy ie *szyją* głowicy (gorgerin) i przeznaczamy pospolicie do przyięcia rzeźbiarskich ozdób.

Rozmaitość postaci słupowych głowic jest nader wielką. W iednych pierwsze dwie części są wyraźne i stosownie do swojego przeznaczenia ukształtowane, iak na słupie wzoru 5<sup>o</sup>; w drugich nayduiemy wieka zbyt cieńkie i powykrawane, a spodek z szyją w iedną bryłę zlane, na podobieństwo odwróconego dzwonu (campane), iaką jest na wzorze 4<sup>ty</sup>m;



w innych niedostaie wieka, i tylko maia w górze rozszerzoną szyię iak są egipskie i niektóre gockie.

Na słupach drewnianych albo metalicznych, które wyobraża wzór 5<sup>ty</sup>, zdarza się widzieć nad głowicą zwyczajną, lub, zamiast niey, z wierzchu wychodzące esowate podstawki czyli *wsporniki* (consoles), które służą do podparcia końców, na śródku słupa zbiegających się tramów. Pełnią one rzeczywiście usługę silney głowicy i przez to istotnie są użyteczne, zwłaszcza na podporach cieńkich drewnianych lub kruszcowych.

U słupa czworogrannego i kołowego podstawa zdaie się mieć podobne z głowicą przeznaczenie: bo działaniu ciężaru z góry, odpowiada oddziaływanie niewzruszoney z dołu posady, i dla teyto snadź łudzącey podobności, postać iey na podobieństwo odwróconey głowicy daia. Pilniey się iednak nad rzeczą zastanawiając, wielkiey dostrzegamy różnicy między działaniem obciążonych tramów na podporę z góry, a oddziaływaniem niewzruszoney posady z dołu: ta bowiem w stanie spoczynku iednostaynie odpiera wszystkie punkta trzonowego spodu, kiedy tamte szczególnie uciskaią wierzchnie krawędzie, (iako punkta podparcia sposobem drażka działających tramów); które mogłyby często byđ odkruszone gdyby głowica słupa swoiąku temu postacią i większą niekiedy mocą spoienia nie strzegła całości trzonu; tey zaś usługi, od podstawy, słup z dołu nie potrzebuie. Nadto, głowica słupa przez znaczne wystawanie robi ulgę tramowi, sięgającemu od słupa do słupa; kiedy przeciwnie podstawa rozszerzaiąc się pomiędzy słupami, chodzeniu w około przeszkadza. Skoro



zatem posada słupów rzeczywiście i pozornie wciąż niewzruszoną będzie, nie masz żadney potrzeby, przydawania pod trzon podobnych głowicy podstaw; gdyż jeżeli spód słupa przeciwko psuciu się i otłukaniu zabezpieczyć chcemy, to zacożbyśmy go uczynić nie mogli z opornego wátku wciąż z trzonym równo, albo nie wiele, póki iest twardszy materiał, nad powierzchnią trzonu wydatnym, nie zmieniając bynajmniey postaci, iak to zwykliśmy robić pod węgarami. Wzór 2.

75. Węgary miąższe, niskie lub wysokie filary, robią się zawsze z graniastych brył ciosu albo też cegieł i płyty. Słupy wysmukłe, a osobliwie okrągłe, jeżeli z ciosu robione byđź mają, tedy z całych a ile można równo wysokich *klódek* (tamboure) złożone byđź powinny; a lepiej ieszcze zbudowane zostaną, kiedy trzon z iedney i głowicę z iedney też całkiew bryły udziałane mieć będą; co też się zawsze czyni ilekroć słupy z porfiru, granitu, serpentynu albo z pięknego marmuru są zrobione. W tych drogich słupach, głowice rzeźbą ozdobione, z odmiennego są niż trzon kamienia, a czasem z bronzu ulane bywają.

Budowanie  
podpór osob-  
nych.

Jeżeli słupy okrągłe z cegły robione byđź muszą, w tym razie oś żelazna, przez całą ich wysokość przechodzić powinna. Słupów drewnianych nigdy do okazałych budowli nie wprowadzamy. Iedyny może w świecie był tego przykład w kościele Salomonowym, gdzie słupy cedrowe miedzią i srebrem powleczone zdołyły przybytek. Część trzonu słupów kruszcowych dętych nayprzyzwoiciey razem z głowicą odlewać.



## PORZĄDKI ARCHITEKTONICZNE.

74. Uważaliśmy dotąd wszystkie razem podpory, do utrzymania różnych rodzajów nakrycia równie przydatne; teraz uważać będziemy układ podpartych i podpierających części, podług pewnych form i proporcyy wykonany, czyli kolumny i pilastry utrzymujące na sobie stropy, a mianowicie kamienne sposobem starożytnych robione, któryto układ zyskał głośne nazwisko *porządku architektonicznego*. Sąto rzeczywiście wszystkie od wierzchu do ziemi w jedno wzięte, zewnętrzne części starożytnych świątyn greckich i rzymskich. Wzór 9.

Wzór 9.

Tramowanie  
słupów (*entablement*).

Wzór 6.

75. Słupy okrągłe i czworogrannne pod kosze tylko sklepień samotnie użyte byź mogą; gdyż pod wezgłowia sklepień nie mających koszów, tudzież pod wszelkie stropy, gromadnie się używają, i sprzężone z sobą koniecznie będą, iużto brusem kamiennym, iuż przesklepieniem, iuż tramem drewnianym. Aże dziś strop w porządku architektonicznym uważa się kamienny, chociaż w starożytnych greckich budowlach dosyć często drewniany bywał (wzór 6), związanie przeto na głowicach słupów iakoby oczep stropu bezpośrednio leżące, iest także z kamiennych brusów, których rząd *architrawem*, *płatwą*, albo *tramem* zowiemy. Szerokość tramu równą lub mało co większą będzie od wierzchniey średnicy słupa; wysokość zaś poprzecznego przecięcia wypadnie ze względu na moc kamienia, ze względu na ciężar iaki ma znosić, i na odległość pomiędzy słupami (C. I. 102). Ieżeli ieszcze te słupy ze ścianą albo drugim słupów rzędem podobnieź iak między sobą złączone byź mają, natenczas końce tych dru-



gich brusów lub tramów stropowych, kładą się wpoprzek na pierwszych, a kładą zawsze nad osiami słupów, to jest: tam właśnie, gdzie końce pierwszych z sobą się staczaia. Teto końce równo z pierwszymi tramami ucięte, tudzież próżne pomiędzy niemi miejsca murem zapelnione, stanowią drugi pas ponad słupami, *fryzem* czyli *nadtramiem* zwany. Wysokość tych powtórnych tramów zależąc od tychże samych względów co i pierwszych, zależec tedy będzie od odległości słupów od ściany albo drugiego ich rzędu. Otwarta przestrzeń pomiędzy słupami tak z sobą powiązanemi, zakrywa się pomostem albo iedną kamienia płytą. Wzory 6...9. Brzeg takiego pokrycia wespół z okapem dachu znacznie za powierzchnie słupów wystawać musi; gdyż iest przeznaczonym do odrzucania wody z dachu ściekaiącey, a nosi imie *gzysmu* albo *kraynika* (corniche). Postać ogólna gzysmu i wielkość iego nie są dowolne. *Wyskok* iego (*saillie*) tym większym bydz powinien im gzysm nad wyższemi słupami nayduie się, i grubość także równą wysokowi dla odpowiedney mocy mieć będzie. Kształt ogólny gzysmu nie ma bydz czworogranny chociaź bywał takim niekiedy, raz dla tego, iż przy znaczném wyskoku bez podparcia ciężyłby zbytecznie; powtóre dla tego, że spadaiąca po nim woda niszczyłaby pionową iego ścianę; nakoniec, iż będąc pospoliciey z wielu warst kamienia zrobiony, a rzadziey nierównie z pojedynczey bryły, nie miałby potrzebney mocy. Postać więc iego główna iest postacią tróygrańca krawędzią w górę obróconego.

Tę wierzchnią część porządku z tramu, nadtramia i kraynika złożoną, *tramowaniem* albo *brusowaniem* (*trabea-*

Wzory 6...9.



*tio*, entablement) nazywamy, chociaż tram z nadtramiem a nadtramiem z kraynikiem, z iedney bryły robione bywaią (wzory 7, 8).

Wzory 7, 8.

Posada i podnoże słupów.

76. Za podstawę słupom przybraliśmy w myśli niewzruszony poziom: bo też one rzeczywiście czynnemi bydź poczynaia od poziomego tła budowli, które, że dla iey zdrowości rozmaicie nad ziemię wzniesione bywa, przeto słupy zewnątrz budowli widziane, na pewnym podniesieniu zawsze się naydą. Tę to posadę słupów za część składaiącą architektoniczny porządek zgodzono się przyiać.

Posadą wznoszącą słupy nad okoliczną ziemię bydź może: kilka warst ciosu składaiących stopnie po których się wchodzi (wzór 9), ściana wciąż pod słupami leżąca, *podwalina* (socle) zwana (wzór 11), albo posada stopniami do wchodzenia poprzerrywana. W tymto ostatnim przypadku, wschody przemieniaia podwalinę ciągłą na osobne czworogramne a kliniaste posady słupów. Jeżeli te bryły są iakby osobne czworogramne słupow podstawy, zowią ie *podnożami* (piédestaux), i takieto tylko posady słupów za należące do porządku chcą uważać (wzór 10). Lecz użycie takich brył osobnych, pod każdym słupem, zbyt rzadko gdzie przydatnym bydź może.

Wzór 9.

Wzór 11.

Wzór 10.

W podwalinie, czy w podnożu, iakby w iakiey powtórney podperze, trzy istotne chcą mieć części: *podstawę*, *średnik* i *kraynik*. Naydowanie się tych części w podwalinach usprawiedliwić wprawdzie można, ale nie idzie zatém ażeby w każdej podwalinie lub podnożu bydź miały. Podstawa iestto pokład twardszego kamienia dla trwałości od ziemi dany; *kraynik* wydaie brzegi płyt wyściełaiących płaszczyznę na której



słupy stoią, albo iest tylko kamienném podnoża wiekiem. Śrzednik nakoniec iest ścianą w podwalinie, a iedną bryłą ciosu lub muru w podnożu, między podstawą a gzymsem leżącą. Wszakże podwalina, z iednego lub dwóch pokładów twardego kamienia, równie dobrze zrobioną bydz może.

77. Tak tedy, wyprowadziwszy właściwą postać kaźdey części porządku z iey przeznaczenia w budowli, podobnieź ogólne porządków postaci z tegoź samego staraymy się wyprowadzić źródła (\*).

W budowlach pospolitych, taniach, niskich, ieźeli potrzeba wymaga słupów, te się dadzą z naytańszego, bez wątpienia, materyału; i, ieźeli to bydz maia kolumny kamienne, tedy będą z kruchego, iako taniego, kamienia. Żeby zmniejszyć liczbę słupow i stosownie do ich małej wysokości przyzwoicie umieścić, szeroko ie rozstawimy. Kolumny więc w tym przypadku będą krótkie a grube i szeroko rozstawione. Takie kolumny, bądź pilastry, wymagaią tramow wiążących wyższych, niż gdyby były z mocniejszego materyału, i na słupach bliźey siebie stojących. Nadtramie, iako powstaiące z końców poprzecznych tramów, będzie tey wysokości co tram, ieźeli słupow od siebie taka iest odległość iaka i od ściany. Wyskok kraynika dla mocy powinien się równać iego wysokości i bydz proporecyonalnym do wysokości słupów, od których wodę po dachu ściekaiącą odrzuca; lecz że w tym przypadku budowla iest niską, może przeto gzymś mieć wysokość mnieyszą od wysokości nadtramia lub tramu.

Ogólne proporeye 5ciu porządków.  
Tab. XI.

(\*) DURAND. Précis des leçons d'Architecture etc. 1er vol. Elémens. 3me Section. à Paris. 1819.



Przeciwnie w budowlach nayznakomitszych, wzniosłych i bogatych, (w których nie godzi się zaniedbywać by naymnieyszego warunku trwałości i mocy; bo w nich gruntowność istotną jest potrzebą), nie tylko przez wzgląd na możność, ale nawet i na oszczędność dobrze zrozumianą, użyjemy materyałów nayopornieyszych, i na daney powierzchni postawimy tyle słupów, ile ich tylko stanąć może. Mała słupów odległość będzie powodem do dania tramów i nadtramiów niższych; znaczna zaś wysokość budowy wymagać będzie kraynika z większym wyskokiem; a tém samém i wyższego niż jest nad słupami niższemi. Godzi się przeto, owszem należy, dając baczenie na kamień do budowania użyć się mający, i przeznaczenie budowli, czynić słupy, tramy, nadtramia i krayniki raz wyższe, drugi raz niższe. Są atoli pewne w tey mierze granice, które przestąpiwszy zbaczamy z drogi wiodącej ku doskonałości.

Prawdziwe granice wymiarów wszystkich części składających porządek, w każdym przypadku są inne; bo wówczas dopiero naznaczać się muszą, iakéśmy to iuż poznali (72), gdy moc kamienia, ciężar i parcie nakrycia, na słupy przypadające mającego ocenimy, oraz gdy zbadamy zupełnie przeznaczenie budowli i inne tym podobne względy prawie bez końca liczne i zmiennie. Wszelako w każdym przypadku tę pracę i długą drogę przebywać, dla oszczędzenia kęsa wątku i nieco pracy, jest niepodobna, niewarta, a nawet przeciwna rzecz prostocie. Nie idzie zatém, abyśmy wiedzieć nawet o niej niepotrzebowali, owszem, ona jest iedyną drogą w nie zwyczajnych przypadkach, a w zwyczajnych pokazuje, ile



z niey zbaczając, zbaczamy od doskonałości. W tym stanie rzeczy, nie mogąc zawsze postępować podług prawideł ścisłych w oznaczaniu wymiarów części porządek składających, zgadzamy się przyjąć je z doświadczenia, iako mniej wątpliwego źródła, niż dowolność i przywidzenie. Tak tedy, do naznaczenia proporcyy różnym porządkiem, posłużą nam wzięte z doświadczenia, to jest: dostrzeżone w budowlach starożytnych a mianowicie Greków i Rzymian.

Kolumn porządku, który nazwano *dorykiem greckim*, ze wszystkich starożytnych, naywięcey krótkich nayduiemy: w iednych budowlach mają tylko cztery średnice wysokości, w innych mają blisko dziewięciu; lecz ten przykład tak wysokich tego porządku słupów iedynym jest w całej starożytności; dając im przeto sześć średnic dolnych na wysokość, mieć ią będziemy średnią i tey się postanawiamy sobie trzymać, iako proporcyy właściwey naykrótszym kolumnom, a to tém bardziey, że ten stosunek przystępuje naybliżey, do proporcyy większey liczby kolumn porządku doryckiego greckiego.

Kolumny naywynioślejsze należą do porządku *korynckiego*, ale ich także proporcya w starożytności stateczną nie była, i tak: iedne mają średnic ośm i pół, drugie blisko iedynastu; większa iednak ich liczba miewa około dziesięciu; i tę ostatnią proporcya, iako nayczęściey zdarzającą się, przyięto dla kolumn naywynioślejszych.

Iako między budowlami nayniższego i naywyższego rzędu z miękkiego i opornego kamienia, mieści się niezliczone mnóstwo pośrednich, tak też na wielką liczbę kolumn in-



nych proporcyy naleźbyśmy mogli przykłady. Przecięż dla prostoty w nauce i dla tego, abyśmy się, ile można, najmniej oddalali od układów przyiętych, trzema się tylko ograniczymy, następującym szykując ie porządkiem. Naprzód, między kolumnami sześćcio i dziesięcio-średnicowemi będziemy mieli słup o średnicach ośmiu, któreyto proporcyy porządek nazywa się *dorykiem rzymskim*. Powtóre, między tym średnim a dorykiem greckim, będzie średkowała kolumna o siedmiu średnicach, która to proporcya wydaie porządek *toskański*. Nakoniec, pomiędzy dorykiem rzymskim a porządkiem *korynckim*, kolumna średniej wysokości będzie miała dziewięć średnic; i ta proporcya daie porządek *ionński*, blisko przystępujący do rozmaitych porządków ionńskich Greków i Rzymian.

Wzory 1...5.

A tak wysokości słupow tych wymienionych pięciu porządków złożą następujący szereg:

Wzór 1.	Doryk grecki.....	średnic	6.
—	2.	Toskański.....	— — 7.
—	3.	Doryk rzymski .....	— — 8.
—	4.	Ionik .....	— — 9.
—	5.	Koryntyk .....	— — 10.

Trzon każdej kolumny, iako iest częścią bryły równego oporu, cienieć powinien z dołu do góry (71); dając przeto trzonowi średnicę wierzchnią na  $\frac{1}{6}$  mnieyszą od średnicy dolney, dogadzamy choć w części temu ogólnemu prawu: gdyż w miarę skracania się słupa, cieniienie iego nagleyszém będzie. Co się zaś tycze głowicy i podstawy trzonowey, tychby wysokość wzrastać powinna z rosnącą wysokością słu-



pów; lecz że proporcye tych części, z obu końców trzonu położonych, są raczej skutkiem nałogu, niżeli wypadkiem potrzeby; przeto, nie obrażając przywykłego do nich oka, damy podstawie każdego z pięciu i głowicom trzech pierwszych porządków, na wysokość połowę średnicy czyli ieden *moduł*, półtora zaś moduła głowicy słupów ionińskich, a dwa z ćwiercią korynckich.

Im kolumny są grubsze, tym szerzej rozstawione być mogą, i przeciwnie, im są wysmuklejsze, tym bliżej siebie stać powinny. Naymnieysza odległość, iaką tylko dawać można między kolumnami, i iaką rzeczywiście dawano w starożytności, iest półtory średnicy. Tę odległość zachowamy dla porządku korynckiego, a następnie ją powiększając iednym modułem, za każdą średnicą ubyłą z wysokości słupa, odległość między słupami w pięciu porządkach, złoży szeregi następujący:

W Koryntyku .....	modułow	5.
— Ioniku .....	— —	4.
— Doryku rzymskim .....	— —	5.
— Toskańskim .....	— —	6.
— Doryku greckim .....	— —	7.

Ponieważ tram równie iak nadtramie, wyższe lub niższe być muszą stosownie do swojej długości, przeto w doryku greckim daiemy na wysokość każdemu z nich po półtora moduła, a moduł z ćwiercią w porządku korynckim. Kraynik, (mając być mniejszy albo większy wysokości, podług tego iak należy do niższych albo wyższych porządków); w pierwszym mieć będzie ieden moduł, a w piątym półtora.



Skoro proporcye istotnych części tramowania, dla dwóch ostatecznych porządków należycie są ustalone, łatwo nam będzie należeć służące trzem między niemi śródkiem. Wysokości bowiem wszystkich części tramowania, w każdym porządku razem dodane, czynią dwie średnice, czyli modułów cztery. Proporcya ta iest łatwą do spamiętania oraz stosowną do siły i wzniosłości kolumn: iest albowiem w pierwszym porządku iedną trzecią, w ostatnim zaś iedną piątą wysokości słupa. Nadto, przystępuie do więksey liczby porządków greckich i rzymskich, a osobliwie doryckich i korynckich.

Podwaliny albo podnoża słupów, we wszystkich porządkach mogą być różney wysokości; wszakże niechcąc zbyt odstępować od przykładów starożytnych i różnych terażnieyszych prawideł, a raczey dla prostoty w nauce, pięć modułów w każdym porządku na wysokość podwaliny lub podnoża przeznaczamy.

Częstki (*moulures*) wszystkim porządkom i wszystkim częściom porządku służące.

78. Uciosy, które z potrzeby albo dla zwyczaiu daiemy częściom porządku, nie są w istocie tak nagłe i pojedyncze, iak ie na wzorach Tab. XI ogólnie oznaczyliśmy; owszem, unikamy wszędzie kątów ostrych, iako zbyt słabych. Wystaiące tedy brzegi różnych części porządku, toż i laskowanie wszystkich innych członków budowli, robimy piętrzone, czyli raczey stopniowane z prostokreślnych i krzywych ustępów, którym daiemy nazwisko *cząstek* (*moulures*).

Wzory 6...16.

Postaci cząstek są geometryczne, to iest: takie, które sposobami początkowey geometryi łatwo wykreślić się daia.



Częstki przez wzgląd na tę ich postać przybrane noszą nazwiska, i dzielą się jeszcze na *proste* i *złożone*. Proste są następujące: *prawidółko* lub *lisztewka* (filet) (wzór 6), *pręcik* (baguette) (wzór 7), *krąg* albo *półwałika* (tore) (wzór 8), *ćwierć wałka* prosta i odwrócona (quart de rond) (wzór 9), *splýwek* (cavet) (wzór 10), prosty i odwrócony, *żłobki* (cannelures) (wzory 11 i 12). Złożone są: *piętka* (talon) prosta i odwrócona (wzór 13), *esownik* (doucine) prosty i odwrócony (wzór 14), *żłobek składany* (scotie) (wzór 15) i nakoniec króy spodka doryckiey głowicy (wzór 16).

79. Ilekolwiek cząstek z sobą połączonych nazywamy *kroiem* (profil), a okrawanie czyli *profilowanie*, ma bydź sztuką, którey (mamyli wierzyć) przez samą tylko wprawę i przez zapatrywanie się na dobre kroie greckie i rzymskie nabydź można. Prawidła tey sztuki są te głównejsze: *króy mieć powinien ruch wyrazisty, cząstki prostokreślne z krzywemi będą naprzemian kładzione, i buyne drobnemi przeplatane.*

Doświadczy azali nie będziemy mogli, z przeznaczenia samychże części porządku wydobydź prawideł mniej dowolnych niż poprzedzające, a przydatnych do robienia kroiów podobających się nawet przywykłemu do nich oku. Weźmy do tego za przykład krayniki czyli gzymusy. Postać ogólna tey części tramowania iest postacią tróygrańca krawędzią w górę obróconego, lecz taką zupełnie nie iest i nią bydź nie może; gdyż zukosa ścięty kraynik, byłby nadto słabym przy wierzchniey swey krawędzi, a nawet w wielu innych miejscach, ieżeli się składa z płyt osobnych albo z ie-

Prawidła sztuki robienia kroiów czyli profilowania.

Tab. XII.



dney bryły warstwowego kamienia. Do tego, woda deszczowa z pokrycia płynąca a wiatrem rzucona, po całej iego ukosnej ścianie bez przeszkody spływaćby mogła. W kamiennych przeto kraynikach część naywyżey leżąca i *wierzchnym uciosem* zwana (cymaise supérieure), naydaley wystaje: bo iest bezpośrednio przeznaczoną do odrzucania wody z pokrycia ściekającej. Postać tedy tey pierwszej gzymsu części, naywłaściwszą będzie, kiedy iest wklęsła, wypukła, albo wklęsła z wypukłą w przegubę złączona; gdyż po nich woda nie mogąc tak łatwo, iak po prostey spływać, rychło opada. A tak spływek, albo esownik naylepiej się tu nadarzaia. Część ta naydaley wystająca mieć powinna względną też grubość znaczną, i mocną dla siebie posadę; druga przeto, na której bezpośrednio leży, to iest, *plyta*, albo iak ją zowią *wieniec (corona)*, iest zasadą mocy kraynika i dla tego nad inne części buynieyszą bydź powinna; iest przeto płytą graniastą ze ścianą od przodka pionową, iżby woda wiatrem uniesioną, daley po krayniku płynąc nie mogła; miewa nadto wyźłobienie na podniebieniu, dopomagające do zgromadzania się kropel przy brzegu zewnętrznym; stąd ieszcze tey kraynika części nazwisko *kropłownika* (larmier) daia. Dla podparcia znacznego wysokoku wienca, przez się miąższego, ciężkiego i obciążonego wierzchnim uciosem, daiemy część trzecią podpierającą, którą zowią *uciosem dolnym* (cymaise inférieure) z kroiem do tego właściwym ćwierci wałka albo piętki. Te są trzy członki główne, a oraz istotne każdego, by naymnieyszego, pod okapem gzymsu. Lecz na budowlach znacznie wysokich, których wy-



skok i miąższość kraynika znakomite bydź muszą, liczba też części czyli członków iego, większą bywa. I tak, oprócz głównego, może mieć gzyms pośrednie posilkowe wieńce, a te ieszcze gładkie albo zębione (larmiers denticulaires), i między niemi pośrednie też uciosy (cymaises intermédiaires). Oprócz posilkowych wieńców bywają pod głównym osobne do iego podparcia części, które, kiedy są iakby deszczułki płaskie, zowiemy *dylicami* albo *mutułami* (mutules); kiedy zaś są prostokreślne albo krzywey od przodka powierzchni i udają iakoby końce wystające krokwi, zowią się *krokwownicami* (modillons); naostatek, kiedy są krótkie a znaczney wysokości, przytém powierzchnią krzywą z przodu ograniczone, nazywają *podstawkami* lub *wspornikami* (consoles). Tab. XII. Wzory 1 ... 9.

Wzory 1...9.

Dobrze zrobione kroie wiek, pokryw i tym podobnych części, które nie są, iak krayniki, pod okap przeznaczone, nie nieważą też nigdy uciosu wierzchniego, a tylko wieniec i ucios dolny lub części wieniec podpierające. Wzory 10 ... 12.

Wzory  
10 ... 12.

Dla ścisleyszego połączenia wyliczonych tu części, dla przyczynienia im wysokoku, oraz dla zakrycia spoięń przed patrzącym z dołu; brzegi wierzchnie głównych cząstek czynimy ku przodowi nieco wydatne, które noszą postać pręcika, prawidełka, piętki, ćwierci wałka i t. p. Oczywiście, iż te wszystkie cząstki będąc brzegami głównych, nieporównanie też drobniejsze od nich bydź muszą. Aże prócz tego, przyczyniać mają wysokoku, będą więc zaokrąglone, jeżeli wpośród graniastych leżą; a proste, ieśli niemi krzywe części przedzielane bydź mają.



Podobnymże sposobem moglibyśmy dobrać, właściwych kroiów dla innych części porządku, lecz to zastosowanie sam czytelnik łatwo sobie zrobić potrafi przy pomocy wzorów Tab. XII. Częstki odwrócone równie iak półwalika i żłobek składany użyte tylko bydz mogą do zrobienia odskoku w podstawach słupów i podnoża.

Trudną wprawdzie iest rzeczą wysledzić od razu prawdziwą przyczynę, która przemysłem powodować mogła w układaniu kroiów rozmaitych członków budowli; i tey także dociec, która upowszechniła kroie pięknemi nazwane. Cóżkolwiek bądź, słuszniey iednak przyiąć prawidła wyprowadzające ich postać z przeznaczenia, niż polegać na naśladowaniu dowolnie upatrzonogo podobieństwa w rzeczach całym niebem od siebie różnych; iak naprzykład I. F. BLONDEL upatruie bliskie podobieństwo między kroiem gzymsu toskańskiego, a twarzą ludzką z boku widzianą (\*).

Kroie pięciu  
porządków.  
Tablica XIII.

80. Pięć porządków architektonicznych za nic innego uważać nie można, iedno za wyrazy w pewney odległości wzięte z pośrzedka nieskończonego szeregu, który złożyłyby mogły wszystkie ich odmiany. Podobnież kroie części składających porządek uważać potrzeba.

Różnice tak w szczegółach iak w ogółach porządków architektonicznych zależeć muszą od różności przeznaczenia,

---

(\*) En effet, n'entrevoit-on pas quelque ressemblance dans cette corniche (toscane), avec le front, le nez et le menton d'un homme robuste? et ne pourroit-on pas, par cette comparaison, acquérir plus promptement, la connoissance de ce qui plait ou déplait dans une corniche.

Cours d'Architecture par I. F. BLONDEL. Chapitre I. planche X. à Paris 1771.



a stąd wzniosłości budowli, bogactwa iey i mocy wątku, z którego powstaie; i tak na Tablicy XIII:

Wzór 1 wyobraża króy z kruchego kamienia, nayniższemu porządkowi właściwy; stąd też w nim dostrzegamy małe liczby części, zatem buynych, łatwych do wykonania, a i te ieszcze prawie wszystkie są prostokreślne.

Wzór 1.

Wzór 5 okazuje przeciwnie króy z wielu i drobnych części złożony; a zatem przyzwoity naywyższemu z pięciu porządków. Króy taki rozumiemy bydź z opornego kamienia skutecznym, i zawsze użytym do budowli wzniosłych, okazałych, wyższego przeznaczenia. Drobne albowiem części na twardym kamieniu wyrte, równie trwałe bydź mogą iak bujne na miękkim. Dostatek skarbu, na takie budowle przeznaczonego, dozwala nieco wytworności, w żłobieniu większey liczby krzywych powierzchni, i w dokładniejszym gładzeniu wszystkiego; co poniekąd iest godziwym zbytkiem w tym razie; gdyż iest znamieniem bieglności w robocie rzemieślniczey i świadectwem dostatków, za którymi wytworność poszła. Ale jeżeli źle zrozumiana miłość własna popisywać się z tém zechce, w budowlach z kruchego wątku, niskiego przeznaczenia, będzie musiała go opłacić kosztem wielu istotnych przez to zaniedbanych potrzeb; a tak mimowolnie wyda się nędza obok przepychu; czyli co na iedno wychodzi, gruby błąd i niedoskonałość budującego.

Wzór 5.

Wzór 3 wystawia króy średniego między pierwszym a piątym porządkiem: wzory 2 i 4, między tym średnim a końcowymi porządkami, szrodkiujące kroie. W nich dostrzega-

Wzór 3.

Wzór 2 i 4.



my widocznie stopniowania trudności i liczby cząstek na kamieniu różney mocy wyrobionych.

Te kroie pięciu porządków dla łatwości użycia i zastosowania w każdym razie, naznaczone tu są w częściach dolney średnicy słupa, którey połowę zowiemy modułem albo *podziałką*: każdy moduł dzieli się pospolicie na dwadzieścia cztery *kresek* równych. To wszystko czynimy ieszcze i dla tego, aby w liczbach można było wyrażać tak buyne iak i drobniuchne cząstki porządku.

Przyozdobienie porządków.  
Tablica XII.

81. Cośmy pod liczbą poprzedzającą, o użyciu cząstek w wyższych porządkach powiedzieli, to też i o użyciu na nich ozdób rzeźbiarskich rzec można: ozdoby więc rżnięte na cząstkach porządku, budowlom tylko znakomitego przeznaczenia właściwe będą. Wszakże i tak ieszcze, okrasy tey z umiarkowaniem używać należy, aby iey chętniey rozsądek pobłażał, i aby to popisanie się ze sztuką rzeźbiarską, wyraźnie widziane i łatwo ocenione byź mogło. Stąd następujące urosło prawidło: *ozdobne cząstki kroiów z rzadka pomiędzy gładkimi i szerokimi tylko częściami będą dawane*. Wiedzieć ieszcze należy, iż cząstki krzywokreślne, na twardym kamieniu łatwiey niekiedy rzeźbą ozdobić, niż bez skazy i uchybienia gładkimi uczynić. Stąd w pięknych starożytnych i nowożytnych kroiach, prostokreślne części wyższych nawet porządków, iakoto: lisztewka, wieniec w krayniku, wieko, a nawet i spodek głowicy słupa, nigdy nie są przyozdabiane; lecz tylko esownik, pięćka, ćwierć wałka i pręcik, zachowawszy w poprzecznym rozcięciu właściwą sobie postać, ozdobę przyymują.



Wzór 50 daie widzieć pręcik, przeobrażony 1<sup>od</sup> w *bisior-ki* czyli *peretki*, niby na sznurku znizane (*A*); 2<sup>re</sup> w *iagódk* z *krażkami* naprzemian ułożonemi (*B*).

Wzór 50.

Wzór 51 okazuje esownik raz symetrycznie ułożonemi liśćiami akantu z kwiatonikami naprzemian (*C*), drugi raz głowami zwierząt przyozdobiony (*D*). W paszczy tak zdobiącej głowy nayduie się otwór z cewką na wskrós przechodzącą, którądy spływa woda, na wierzchu kraynika w wyżłobieniu zebrana.

Wzór 51.

Wzór 52 okazuje piętękę ozdobną: 1<sup>od</sup> liśćiami akantowemi i żołądzią naprzemian (*E*), 2<sup>re</sup> *tękotkami* z trójlistnemi kwiatkami (trèfles fleurons) naprzemian (*F*), 3<sup>cie</sup> liściem wodnym (*G*), 4<sup>te</sup> *brozdkami serduszkowatemi* (*H*).

Wzór 52.

Wzór 53 wyobraża ćwierć wałka ozdobioną *iaiwnikami* czyli echinami, albo, iak ie pospolici rzemieślnicy zowią, *wołowemi oczyma* (*ove*); te raz strzałkami (*I*), drugi raz liśćiami są poprzedzielane (*K*).

Wzór 53.

Wzór 54, ukazuje spływek: 1<sup>od</sup> w *łyżeczki* poźłobiony (*L*), 2<sup>re</sup> w *dłoniatki* i *dzwonki* (*campanes*), naprzemian *wąsami* połączone (*M*).

Wzór 54.

Fryz iako część tramowania szeroka, gładka i bez przerwy długa, właściwém iest polem do pomieszczenia ozdoby rzeźbiarskiej; dla tego też fryzy w budowlach starożytnych Greków i Rzymian rzadko gdzie bez ozdoby ukazują się. We fryzach świątyn naypospoliciey wyobrażane bywały, obrzędy religijne, obchody uroczyste, ofiary i gonitwy. Rzeźba w owych wiekach zastępowała miejsce śródka upowszechnienia i dochowywania podań religijnych lub szcze-

Wzory  
55 ... 59.



gólnych pamiątek. Często też rzeźba na fryzach bywa ozdobą arabeskową, z geniuszów, gryfów, zwierząt, roślin i sprzętow ułożoną; lecz zawsze wprost lub domyślnie stosować się powinna do przeznaczenia budowli i okoliczności z nią związanych. Wzory 35 ... 38.

Wzory  
39... 46.

Zpomiędzy trzech części głowicy słupa, szyja jest najwłaściwszą do przyozdobienia, a ozdobą iey przystoyną są gładkie lub strzępione liście, w ieden, dwa, lub trzy rzędy ułożone. Niekiedy szlak symetryczny, szyję w koło ubiera; niekiedy prążki lub żłobki, niekiedy różyczki w pewney odległości przytknięte. Wzory 39 ..... 46.

#### ARKADY.

Arkady pomiędzy słupami i węgarami.  
Tablica XIV.

Wzory 1, 2, 3.

82. Kiedy podpory osobne, kolumny, pilastry, węgary, albo innego rodzaju słupy, nie mogą być płatwami z sobą sprzężone, bądźto dla braku całkich kamiennych brusów, bądź dla znacznego rozstawienia podpór, bądź też dla innych ieszcze przyczyn, wówczas wiążą się z sobą kabłąkowatém przesklepieniem czyli *łukiem* (arc). Otwór w świetle, między tym łukiem a iego podporami, zowie się *arkadą* (arcade). Arkady dwoiakie bywają; *ciągłe*, kiedy są między pojedynczemi słupami; *przerywane*, kiedy podpory stoją w parach, płatwami z sobą sprzężone.

W pierwszym razie osi podpór są iednako od siebie rozstawione, w drugim rozmaicie leżą. I tak, ieżeli słupy będą porządku doryckiego albo toskańskiego, rozdzielisz na 5 części równe odległość zawartą między dwiema osiami arkad, a przez to wykreślenie, naydziesz położenie osi słupowych.



Kiedy zaś słupy są ionijskie albo korynckie, które w tych porządkach bliżej siebie stać powinny, wówczas odległość pomiędzy dwiema przyległemi osiami arkad, rozdzielisz na ośm części równych; sześć kraynych póydzie na otwory arkad, a przez podziały dwóch śródkowych poprowadzone dwie osi, będą osiami słupów. Tablica XIV. Wzory 1, 2, 3.

Jeżeli w arkadach ciągłych, łuki mają być wsparte na węgarach, wówczas podzielisz na trzy równe części odległość pomiędzy osiami arkad, i wezmiesz iedną iey część trzecią na grubość węgara (wzór 4). Kiedy arkady mają być przerywane otworami w szerokich węgarach zostawionemi, a temi otworami są okna albo framugi, rozdzielisz odległość między osiami arkad na cztery części, potem dwie z tych śródkowe, na trzy, a z nich mieć będziesz szerokość węgarów i okna lub framugi (wzór 5). Jeżeli nakoniec arkady mają być przedzielone drzwiami, wtedy odległość osi rozdzielisz wprost na pięć części równych; węgary mieć będą każdy połowę otworu, a drzwi szerokość równą szerokości węgara (wzór 6).

Wzór 4.

Wzór 5.

Wzór 6.

Łuki arkad ciągłych zawsze powinny bezpośrednio leżeć na głowicach słupów, albo na wiekach węgarów; a na pośredniej między niemi płatwie, kiedy arkady są przerywane czyli kiedy słupy parami stoją.

Stosunek szerokości do wysokości arkady różny bywa podług użytku, na iaki się arkada przeznaczą, i dla tego użytku mieć może wysokość równą szerokości, albo wysokość od szerokości półtora raza, dwa i trzy razy większą.

Wykreślenie arkady podług danego stosunku żadney nie



ma trudności, gdy ma być zrobioną między węgarami: bo węgarów grubość oznaczy się dopełniając wyżej przepisanego prawidła. Lecz jeżeli są między kolumnami, które wznosząc się w górę cieniują, wtedy uciec się należy do następującego wzoru:

$$x = \frac{ma}{n+m}, (*)$$

gdzie  $x$ , znaczy moduł kolumny;  $a$ , odległość osi słupa od osi arkady, ilość zawsze daną przez wykreślenie;  $n$  liczbę modułów iaką w sobie zawiera kolumna porządku danego, albo kolumna wraz z płatwą, jeżeli kolumny po parze stoją;  $m$  liczbę iedności, pokazującą ile razy połowa szerokości arkady mieści się w wysokości słupa, albo słupa wraz z płatwą wziętego; czyli, ile razy  $a - x$  wziąć można w  $nx$ .

Wzór 1.

Daymy naprzykład, że wysokość arkady ma być dwa razy większą od swej szerokości w świetle między kolumnami, które na ten raz niech będą porządku doryckiego, i poiedynczo rozstawione (wzór 1); a tak iest  $n = 12$ ,  $m = 5$ ; bo szrodek łuku promieniem połowy szerokości w świetle zakreślonego, naydować się będzie na linii poziomey ograniczającej wysokość kolumny. A stąd

$$x = \frac{5a}{12+5}$$

Wzór ten i temu podobne z ogólnego na każdy przypadek zrobione, łatwo wykreślić się daią: dosyć bowiem, iak tu, przenieść trzy razy na oś arkady, odległość tej osi od osi słupa, i to rozdzielić na tyle części równych więcej trzema, ile

---

(\*) Wzór ten winniśmy P. MIECHOWICZOWI Professor. Lic. Wołyńskiego.



kolumna ma zawierać modułów, sama lub z płatwą wzięta. Wieloraz stąd wypadający da nam długość modułu czyli  $\alpha$ , oznaczoną w częściach odległości pomiędzy osią arkady i słupa.

Sam pozor dobrze wykonanego budowania iest naywłaściwszą ozdobą arkad; wszakże dają na ich brzegach obłak z klinców wyrobiony albo z dwóch lub trzech kamieni przyłożony, który *nałęczem* (archivolte) zowiemy. Króy nałęczza iako też wieka węgarowego i króy płatwy, ma bydź zawsze w porządku właściwym, to iest w tym, w iakim są kroie innych części teyże budowli, albo raczey iaki naylepiey przypada do kamienia, z którego wszystko to buduiemy. Na szerokość nałęczza i płatwy daimy zwykle  $\frac{1}{9}$  część szerokości otworu. Wzory 7... 11.

Wzory 7... 11.

Na cząstkach kroiu nałęczza, i wydatnym arkady zamku, tudzież na cząstkach wieka i płatwy, umieszczamy niekiedy rzeźbiarskie ozdoby.

## R O Z D Z I A Ł II.

### ŚCIANY I WIEŻY IE UTWIERDZAJĄCE.

85. Cztery są gatunki ścian, które biorą imiona swoje od osobnego kaźdey przeznaczenia. I tak: są ściany *zagrodowe* (mur de clôtures), służące do zamknięcia i opasania placu; te pospolicie pod własnym stoią ciężarem. Ściany *podwałowe* (mur de terrasses) przeznaczone są wytrzymywać parcie ziemnego nasypu, albo parcie wezbraney za niemi wody. Ściany *naczelne* (mur de face), to iest, ściany zewnętrzne budo-



wli, na których dach, sklepienia i stropy całym swoim pole-  
gają ciężarem. Naostatek ściany *przedziałowe* (murs de re-  
fend), to iest: ściany wewnętrzne, dzielące przestrzeń budo-  
wli na części mniejsze.

Ściany zagro-  
dowe.  
Tab. XVI.  
Wzory 1...6.

84. Ściany zagrodowe otaczające lub przedzielające plac  
próżny, dziedziniec, ogrod albo inną zagrodę, robione bywa-  
ją wielą sposobami z różnego materyału iako: ziemi, ka-  
mienia, drzewa i pręseł żelaznych w słupach kamiennych  
(wzory 1...6). O murowanych tylko, wspominać tu będziemy.

Grubość ścian zagrodowych, przez którą mierzymy ich  
stałość, nie tylko zależy, iak w każdym ścian rodzaju, od ich  
wysokości, ciężaru, mocy materyału i mniej więcej dobrej  
roboty, lecz nadto od postaci miejsca, ścianami zamkniętego.  
Ze wszystkich, kołowa postać placu, największą moc daie  
ścianom go otaczającym, albo co na iedno wychodzi, że ścia-  
ny w tym razie najmniejszej wymagają grubości; tak da-  
lece: iż przy równych powierzchniach ciągłymi obwodami  
zamkniętych, moc ściany zagrodowej idzie w stosunku od-  
wrotnym obwodu zamkniętego placu. Ściana więc osobna,  
pod sznur wyprowadzona, najsłabszą będzie; a przeciwnie,  
spotykająca wpoprzek dwie inne ściany, tym iest mocniej-  
szą im iest krótszą; czyli, im one bliżej siebie leżą. Dla te-  
gogo właśnie, starożytni rzymscy budowniczo, naydu-  
jąc się w potrzebie prowadzenia ścian bardzo długich, zwy-  
kli byli, pod sznur wyciągnione, łukowemi albo w kąt zła-  
manemi przeplatać.

Grubość zatem ścian zagrodowych, przy równych zewsząd  
względach, tym większą będzie, im odległość ich końców,



wprost uważana, od ścian poprzecznych, z któremi się łączą, jest większą.

Rondelet z wielu doświadczeń, postrzeżeń i rachunku, przekonał się, iż w ogólności, ściana zupełnie odosobniona i prosta, będzie miała stałość silną, jeżeli iey grubość uczynimy równą ósmey części wysokości; stałość mierną, kiedy grubość iest dziewiątą częścią wysokości; a zaledwo wystarczającą, kiedy iest dwónastą częścią. Wykładnik tego stosunku tym większy byđź może, im boki zagrody między przyległemi węglami są krótsze. Do naznaczenia tego stopniowanego zmniejszania się grubości, podaie nam Rondelet następujące graficzne prawidło, które w słowach tak wyrażone byđź może.

„Wykreśl kąt prosty, na pierwsze iego ramie przenies i oznacz wysokość iaką masz dadź ścianie zagrodowej, i tę stosownie do pożądanego stopnia stałości rozdziel na 8, 9, 10, 11, albo 12 części równych. Potém, na drugie ramie, poczyniając zawsze od wierzchołka, poprzenoś następnie długość każdego zosobna boku miejsca do zamknięcia przeznaczonego. Następnie poprowadziwszy przeciwprostokątne od wierzchołka wysokości do końców odciętych różney długości boków; i z tegoż wierzchołka wysokości zakreśliwszy łuk promieniem równym iednemu iey działowi, przetniesz wszystkie przeciw prostokątne, każdą w innym punkcie; przez które nakoniec, jeżeli poprowadzisz linie równoległe od pierwszego kąтового ramienia, tedy ich od niego odległość, oznaczy grubość ściany każdemu bokowi odpowiedną.”

85. Ściany *podwałowe*, to iest: mające za sobą usypany



wał ziemny, albo brzeg wznioślejszy ziemi, któremu za *odzież* czyli *cembrowanie* (revêtement) służą, przeznaczone są wytrzymywać bokowe parcie tróygrańca ziemi, który od brzegu oddziela się zawsze dla ciężkości i małego spoienia cząstek ziemnych. Płaszczyzna podstawy tego tróygrańca, tym bardziej do poziomu pochyłą będzie, im ziemia słabsze ma spoienie lub jest cieklejszą.

Im większa jest moc skupienia cząstek ziemi, i większe tarcie, którego doświadcza iey graniastostup o ukośną podstawę swoją, tym mniejsze będzie iego parcie. I przeciwnie, wszystko, co spoienie i tarcie ziemi zmniejsza, powiększa iey parcie na ścianę podwałową. Dla tego poza ścianą podwałową zawsze należy ziemię warstwami ubiiać i wodą skrapiać, aby przez to spoienia większego i zsiadłości nabyła.

Z doświadczeń wypisanych w dziele MAYNIELA o parciu ziemi na ściany podwałowe (\*), następujące godne uwagi wypadają wnioski.

1) Siła wypadkowa parcia nasypanej za ścianą ziemi, przypada w trzeciej części wysokości od spodu ziemi lub ściany.

2) Stosunek tarcia do ciśnienia w ziemiach rodzajnych, jest iak 1 : 2; w piaskach zaś sypkich iak 2 : 5.

3) Skupienie, którego przybywa ziemiom rodzajnym przez uciśnienie cząstek i staranne ubiianie, zmniejsza ich parcie więcej, niż o dwie trzecie części.

4) *Rozpadlina* (ligne de rupture) w nasypach ziemnych,

---

(\*) M. MAYNIEL. Traité expérimental, analytique et pratique de la poussée des terres et des murs de revêtement. 1808 à Paris.



która się tworzy za ścianą obalającą się, przypada od wewnętrznej krawędzi wierzchołka ściany, w następujących odległościach.

*a)* Jeżeli nasyp uczyniony jest z ziemi rodzajnej czystej, albo pomieszanej ze żwirem grubym; wtedy odległość rozpadliny będzie równa  $(0,618)h$ ; gdzie  $h$  znaczy wysokość ściany lub nasypanej ziemi.

*b)* Jeżeli nasyp jest piaskowy, wtedy odległość rozpadliny będzie równą  $(0,677)h$ .

*c)* Jeżeli jest z ziemi rodzajnej, pomieszanej ze żwirem cienkim, wtedy będzie  $(0,646)h$ .

*d)* Jeżeli nakoniec nasyp jest z gruzu albo ułamków skalnych złożony, na ten czas odległość owej rozpadliny nądzie się równą  $(0,414)h$ .

5) Podkładając w wypadki rachunku, wypadki z doświadczenia otrzymane, nałazł Mayniel parcie ziemi na podwałową ścianę równe następującym wielkościom:

$(0,800)h^5$  ziemi rodzajnej dobrze ubitej, której stopa sześcienna ważyła 76 funtów.

$(3,574)h^5$  ziemi rodzajnej ze żwirem grubym pomieszanej, z umysłu nieubitej, której stopa sześcienna ważyła 106 funtów.

$(1,125)h^5$  ziemi poprzedzającej lecz dobrze ubitej.

$(3,496)h^5$  piasku, którego średni ciężar stopy sześciennnej ważył 92 funtów.

$(3,15)h^5$  ziemi rodzajnej, pomieszanej ze żwirem cienkim, nieubitej, której stopa sześcienna ważyła 100 funtów.



(1,05)  $h^5$  teyże samey ziemi, tylko należycie ubitey.

(1,74)  $h^5$  gruzu lub ułamków skalnych, których ciężar średni stopy sześcienney był 120 funtów.

P. Mayniel godząc doświadczenia z teorią naznacza w następującej tablicy, grubość ścianom z rozmaitego muru pod pion zbudowanym, na różne rodzaje i przypadki ziemi; grubość, którą wciąż przez całą wysokość mając, zdolne są oprzeć się parciu ziemi warstami ubitey.

*Tablica pokazująca grubość ścian podwałowych, wyrażoną w częściach wysokości, która tu przez jedność się oznacza.*

MUR	ciężar muru iedney stopy sześcienney.	Ziemia rodzajna z gliną pomniejszana.	Ziemia z grubym żwirem pomniejszana.	P i a s e k.	Ułamki skalne lub okruszony muru.	Ziemia gliniasta.	Ziemia tak napojona wodą, iż jest prawie ciekłą.	Ziemia napojona a nie przesycona wodą.
	funty.							
Ciosowy . . . .	186	0,15	0,16	0,26	0,17	0,14	0,44	0,24
Ceglany . . . .	120	0,16	0,10	0,35	0,24	0,54	0,54	0,54
Płytowy . . . .	148	0,15	0,10	0,50	0,22	0,49	0,49	0,29
Dziki z okrągłych kamieni.	162	0,14	0,17	0,29	0,21	0,15	0,47	0,27

Z wielu względów grubość ścian w tey tablicy pokazaną znacznie powiększać w praktyce należy, a osobliwie budując w kraich zimnych i wilgotnych.



COULOMB twierdzi, iż dla zwyczajnych i pospolitych gatunków ziemi, można bezpiecznie naznaczyć część szóstą wysokości na grubość u spodu ściany podwałowej, a iednę część siódmą u iey wierzchołka; przytém ściana będzie miała *ukos* (talus) zewnętrzny.

Ściany podwałowe mogą bydź, nie zależnie od materyału iednym z pięciu następujących sposobów zbudowane.

1<sup>od</sup> Może bydź ściana ku ziemi nakłoniona i mieć grubość większą u spodu, niż w górze.

2<sup>re</sup> Może bydź iednakiey grubości przez całą wysokość, i bydź nakłonioną albo prostopadłą do poziomu.

3<sup>cie</sup> Może mieć stronę zewnętrzną stoczystą, wewnętrzną pionową.

4<sup>te</sup> Może mieć stronę wewnętrzną, to iest od ziemi, ukośną, zewnętrzną zaś pionową.

5<sup>te</sup> I naostatek, ściana mieć może stoczystość podwóyną, to iest, wewnętrzną i zewnętrzną ukos.

Mayniel chcąc się przekonać, który z tych sposobów, daje ścianę skuteczniey opierającą się parciu ziemi, obliczył powierzchnie ich poprzecznego przecięcia, i znalazł:

W przypadku 1<sup>m</sup> równą  $(0,1526)h^2$ ; w 2<sup>im</sup>, raz kiedy iest do poziomu i ku ziemi nachyloną  $(0,166)h^2$ ; drugi raz kiedy do poziomu prostopadłą była  $(0,2858)h^2$ . W przypadku 3<sup>cim</sup>  $(0,2065)h^2$ ; w 4<sup>ym</sup>  $(0,505)h^2$ .

Z tego wnosi, iż ta ściana podwałowa, iest lepszą, którey powierzchnia przecięcia mnieyszą się okazuie; bo teyże samey sile, mnieyszą massą muru stawi opór równy innym: albo przy teyże samey bryłowatości muru, opór większy.



I tak, jeżeli inne warunki zadania nie przeciwia się, naykorzystniejszą bydź się widzi ściana ku ziemi nakłonią i mająca grubość większą u spodu niż w górze; naygorszą zaś będzie ściana mająca stronę wewnętrzną od ziemi odchyłą, a zewnętrzną pionową.

Dla przydania większey ieszcze stałości ścianom podwałowym, albo co na iedno wychodzi, dla zmuieyszenia ich bryłowości, wymysłono oprócz zewnętrznego ukosu dodawać im ieszcze *przypery* (contre forts), to iest: w pewnych równych odległościach ze ściany wystające, a z nią przez całą wysokość zrosłe czworogranné słupy. Dla otrzymania tegoż samego skutku dają niektórzy półokrągłe w ścianach wyźłobia czyli framugi, które, obszernieyszą i okrągłą ścianę nadstawiając ziemi, mocniej się iey opierają. Czasem nawet obydwoma razem sposobami, wzmacniają ściany podwałowe. Wzór 10.

Wzór 10.

Zastanawiając się nad pionowém wpoprzek rozcięciem ściany, która ma stawić opór poziomemu albo ukośnemu do niey parciu, widzimy prawie oczywście, iż stałość iey będzie tym większą, im odległość rzutu poziomego iey śródka ciężkości, od zewnętrzney krawędzi, przy której obraca się obalająca się ściana, iest większą. Stąd wnosimy, iż ściana opatrzona zewnątrz stoczystością, przyporami, albo wyźłobiami, daleko silniej stać będzie, niż ściana zupełnie gładka pionowa, albo z ukosem tylko.

Iakąkolwiek damy postać ścianie podwałowej, zawsze u iey spodu naydować się powinny pozostawiane na wskrós otwory albo wzduż ściany położone ukośne rynny dla prze-



puszczania i zciągania wody, którą ziemia iest albo bydz może napoioną; gdyż ta woda, ieżeli wolnego uyscia mieć nie będzie, bardzo wielką szkodę, osobliwie zamarzając, wyrządzić może.

Przykłady ścian podwałowych bez przypor i z przyporami, mamy na wzorach 7.. 10. Wzory 7..10.

86. Ściany utrzymujące nakrycie budowli, pod względem stałości, czyli pod względem ich grubości, w dwóch różnych przypadkach uważać mamy: raz, kiedy ciężar i parcie sklepień znosić są przeznaczone; drugi raz, kiedy tylko drewnianą więźbę dachu albo powagę stropu utrzymywać mają. W pierwszym przypadku rodzaj sklepienia (12. 15), wielkość średnicy i strzały jego, tudzież inne właściwe parciu sklepień, w Księdze I<sup>ey</sup> Rozdziale I<sup>ym</sup> wyłuszczone względy, iako też wysokość ściany albo osobney podpory, determinują ich grubość. Zrównania przytoczone w nauce sklepień (21. 28), a służące do nalezenia wysokości albo grubości wezglowia, służą oraz do naznaczenia grubości ścianie, albo osobney podporze: bo dosyć iest uważać wezglowia ze ścianą poiednoczone, i iakoby przedłużone aż do poziomu, za posadę niewzruszoną ścianom przybranego, aby mieć z tychże samych zrównań, grubość albo wysokość ściany.

Ściany utrzymujące nakrycie budowli.

SGANZIN w książce swoiey: *Programmes du cours de constructions* umieścił tablice, obliczone przez CHEZY podług teoryi Delahira, o których tak mówi: „Długie doświadczenie i statecznie pomysłne skutki, utwierdzają zaufanie iakie w tych tablicach pokładać winniśmy. Chociaż wzór który służył za zasadę do ich obliczenia, nie iest wy-



prowadzony ze ściśle dokładnych początków, wszelako nie wahamy się zalecać ie z zupełną ufnością na którą zasługują.”

Wyiątek z Tablic Chezy tu umieszczamy, z tém ostrzeżeniem, iż one były robione dla sklepień mostowych, w których grubość zamka iest znacznie większą niż w sklepieniach budowli nakrytych (30), stąd też ciężar ich i parcie większe a następnie i większa grubość ścian albo węgarów. Można przeto zaniechać dodawania do grubości z tablic otrzymaney, iak to zwyczajnie dla izbic mostowych czynią, sześciu cali pod sklepienia od 56 stóp, a pół lub trzy ćwierci łokcia pod sklepienia ieszcze większey średnicy.

Z równém zaufaniem używać można tablic, które Rondelet dla sklepień kolebkowatych i ich podpor obliczył, i pomieścił w trzecim tomie swojego dzieła.



TABLICA I. Zawierająca grubość lub wysokość ściany pod sklepienia kolebkowate półokrągowe.

Szerokość sklepienia.	Wysokość słupów lub ściany.		Grubość sklepienia w zamku.			Grubość słupów lub ściany.		
	stopy.	stopy. cale.	stopy.	cale.	liniie.	stopy.	cale.	liniie.
	3.	»				1.	5.	5.
3.	4.	6.	1.	1.	3.	1.	7.	6.
	6.	»				1.	8.	9.
	5.	»				1.	10.	6.
6.	4.	6.	1.	2.	6.	2.	1.	4.
	6.	»				2.	3.	4.
	3.	»				2.	1.	2.
9.	6.	»	1.	3.	9.	2.	7.	»
	9.	»				2.	11.	2.
	0.	»				1.	4.	7.
	3.	»				2.	4.	9.
	6.	»				2.	11.	9.
	9.	»				3.	4.	5.
12.	12.	»	1.	5.	»	5.	7.	8.
	15.	»				3.	10.	1.
	18.	»				3.	11.	11.
	21.	»				4.	1.	4.
	24.	»				4.	2.	7.
	6.	»				3.	7.	10.
18.	9.	»	1.	7.	6.	4.	1.	9.
	12.	»				4.	6.	1.
	6.	»				4.	3.	1.
24.	9.	»	1.	10.	»	4.	9.	5.
	12.	»				5.	3.	3.
	6.	»				4.	10.	1½.
30.	9.	»	2.	0.	6.	5.	5.	7.
	12.	»				5.	11.	9.
	6.	»				5.	4.	10.
36.	9.	»	2.	3.	0.	6.	1.	»
	12.	»				6.	7.	8.
	6.	»				5.	11.	5.
42.	9.	»	2.	5.	6.	6.	8.	»
	12.	»				7.	3.	3.
	6.	»				6.	6.	»
48.	9.	»	2.	8.	»	7.	2.	10.
	12.	»				7.	10.	7.
	15.	»				8.	5.	2.
	6.	»				7.	0.	4.
54.	9.	»	2.	10.	6.	7.	9.	7.
	12.	»				8.	5.	8.
	15.	»				9.	0.	9.



TABLICA II. Zawierająca grubość lub wysokość ściany pod sklepienia kolebkowate na trzecią część strzały spłaszczone, których pachy wypełnione są równo z wierzchem grzbietu.

Szerokość sklepienia.	Wysokość ściany lub słupow.		Promienie kół z których się składa łuk spłaszczonego sklepienia.						Grubość sklepienia w zamku.			Grubość słupow lub ściany.		
	stop.	cal.	Mały.			Wielki.			stop.	cal.	lin.	stop.	cal.	lin.
5.	3.	»										1.	6.	6.
	4.	6.	0.	9.	9 $\frac{2}{3}$ .	2.	2.	2 $\frac{1}{3}$ .	1.	1.	9.	1.	8.	4.
6.	6.	»										1.	9.	5.
	3.	»										2.	5.	5.
	4.	6.	1.	7.	7 $\frac{1}{3}$ .	4.	4.	4 $\frac{2}{3}$ .	1.	3.	»	2.	6.	9.
9.	6.	»										2.	9.	1.
	5.	»										2.	8.	2.
	6.	»	2.	4.	11.	6.	7.	1.	1.	5.	6.	3.	3.	4.
12.	9.	»										5.	7.	3.
	0.	»										1.	8.	10.
	3.	»										3.	2.	4.
	6.	»										3.	11.	3.
	9.	»										4.	4.	7.
	12.	»	3.	3.	2 $\frac{1}{2}$ .	8.	8.	9 $\frac{1}{2}$ .	1.	7.	4.	4.	8.	1.
18.	15.	»										4.	10.	9.
	18.	»										5.	»	7.
	21.	»										5.	2.	1.
	24.	»										5.	3.	3.
24.	6.	»										4.	10.	3.
	9.	»	4.	10.	10.	13.	1.	2.	1.	10.	10.	5.	5.	5.
30.	6.	»										5.	10.	6.
	9.	»	6.	6.	5.	17.	5.	7.	2.	2.	7.	5.	8.	5.
36.	12.	»										6.	5.	9.
	6.	»	8.	2.	0 $\frac{1}{2}$ .	21.	9.	11 $\frac{1}{2}$ .	2.	6.	0.	7.	3.	7.
42.	9.	»										7.	11.	2.
	12.	»	9.	9.	8.	26.	2.	4.	2.	10.	1.	7.	3.	1.
48.	6.	»										8.	2.	»
	9.	»	11.	5.	3.	30.	6.	9.	3.	2.	»	8.	10.	8.
	12.	»	11.	5.	3.	30.	6.	9.	3.	2.	»	8.	»	»
54.	6.	»										8.	»	»
	9.	»	11.	5.	3.	30.	6.	9.	3.	2.	»	8.	11.	8.
	12.	»	13.	»	10.	34.	11.	2.	3.	5.	2.	9.	8.	11.
	6.	»	13.	»	10.	34.	11.	2.	3.	5.	2.	8.	8.	2.
54.	9.	»										9.	8.	6.
	12.	»	14.	8.	6.	39.	3.	6.	3.	8.	8.	10.	6.	8.
	15.	»	14.	8.	6.	39.	3.	6.	3.	8.	8.	11.	3.	2.
54.	9.	»										9.	4.	7.
	12.	»	14.	8.	6.	39.	3.	6.	3.	8.	8.	10.	5.	5.
54.	12.	»										11.	4.	3.
	15.	»										12.	1.	5.



Ściany budowli niesklepionych, a tylko dachem albo stropem nakrytych, mniejszą mieć mogą grubość niż ściany zagrody całkiem niepokrytey; albowiem powała dachu i stropów wiąże ie współ i rozeyść się nie dozwala. Ta drewniana powała, chociaż pełni poniekąd usługę więzów, i naciągów poziomych, iednakże wywiera na ściany pewien rodzaj parcia, pochodzący z odmian obiętości i formy przez nabrzmiewanie i usychanie drzewa. Oczywista, iż skutek tych przyczyn tym silniejszy będzie, im belki są dłuższe, czyli im ściany daley od siebie są rozstawione.

Zbywa nam na sposobach dokładnego oznaczenia grubości, iaką takie ściany mieć powinny, a więc uciec się musimy do doświadczeń, przykładów, i polegać na powadze biegłych budowników. Rondelet ze szczególną pracą rozważając przeszło 280 budowli rozmaitego przeznaczenia, tak w starodawnych iako i bliższych nam czasach stawianych, znalazł: iż ściany z płyty lub cegły, dobrze zrobione, budowli nakrytych prostym dwuokapowym dachem, którego więźba drewniana iest, albo nie iest obciążona stropem, i swoim układem przeszkadza rozchodzeniu ścian, nie miewaią więkshzey grubości nad  $\frac{1}{24}$  część szerokości w świetle pomiędzy sobą.

W budowlach szczupłych do mieszkania przeznaczonych, i na kilka piąter pułapami rozdzielonych, napotykał grubość ścian, iakoto: *naczelných*, od 15 do 24 cali; *sąsiednich* od 15 do 20 cali; *przedziałowych* od 12 do 18. W budowlach więkshzych, ściany naczelne miały od 2 do 3 stóp grubości; sąsiednie od 20 do 24 cali; a przedziałowe od 15 do 20.



W pałacach i wielkich budowlach, w których pierwsze od ziemi piętro było sklepienie, ściany naczelne miewały od 4 do 9 stóp; przedziałowe zaś od 2 do 6.

Rondelet podaie, z tych wypadków i postrzeżeń wypro-  
wadzone, trzy następujące prawidła do naznaczania grubo-  
ści ścianom naczelnym w budowlach niesklepiionych.

1) „Jeżeli budowle dachem są tylko nakryte, i jeżeli ścia-  
ny niczém nie są wsparte przez całą swoją wysokość, aż do  
powąły dachu, podówczas w poprzeczném budowli rozcię-  
ciu poprowadzisz przekątną i na niey z wierzchołka wyso-  
kości 1 2<sup>ta</sup> iej część odetniesz, a przez to miejsce poprowa-  
dzona liniia równoległa od wysokości, da grubość ściany szu-  
kaną.”

2) „Jeżeli ściany dach tylko utrzymujące, wsparte są do  
pewney wysokości zewnętrzném przybudowaniem, naten-  
czas zbierzesz w iedno całą wysokość i wysokość tey czę-  
ści która iest od miejsca podpartego aż do wierzchu; a tego  
wszystkiego wezmiesz część 2 4<sup>ta</sup>; ta, przeniesiona na prze-  
ciwprostokątną, da iak wyżey grubość ściany.”

5) „W mieszkalnych pospolitych budowlach, w których  
podniesienie stropu nie bywa wyższe od 12 do 15 stóp, dla  
nalezienia grubości ścian naczelných, które z iedney strony  
mogą bydź bez wsparcia przez całą wysokość, należy tylko  
dawać wzgląd na głębokość budowli i iej wzniosłość. I tak,  
grubość ścian w budowli, która przez całą szerokość iednę  
ma przestrzeń, większą będzie niż w budowli, w której taż  
głębokość na dwie rozdzielona iest przestrzenie. W pier-  
wszym przypadku, aby mieć tę grubość, do połowy wyso-



kości całej, dodasz całą szerokość budowli i tego wezmiesz część 24<sup>ta</sup>; w drugim razie, do połowy całej wysokości, dodasz połowę całej szerokości i tego wezmiesz także część 24<sup>ta</sup>, a będziesz miał w obudwóch razach grubość ściany naczelney, do której dodasz cal ieden chcąc mieć ścianę mierney siły, a dwa lub trzy cale dodane uczynią ścianę gruntowney stałości.”

„W tychże samych budowlach, dla naleźienia grubości ścian przedziałowych, należy tylko dawać wzgląd na odległość pomiędzy temiż ścianami i liczbę pułapów iaką na sobie utrzymują. I tak, dla oznaczenia grubości ściany przedziałowey, dodasz do odległości w iakiey ta ściana od drugiey stoi, wysokość piętra, i wezmiesz 56<sup>ta</sup> część summy. Do tey naleźioney grubości przyrzucisz po pół cala albo po calu, na każde piętro nad tém umieszczone, a będziesz miał grubość ścian właściwą każdemu piętru.”

Grubość ścianek lekkich do przedziału służących, czyli *przepierzeń*, będzie  $\frac{1}{4}$  częścią tey grubości, iakaby wypadła dla ścian przedziałowych w témże mieyscu stojących.”

Co się tycze słupów, utrzymujących stropy, tedy ich grubość czyli średnica będzie od  $\frac{1}{8}$  do  $\frac{1}{12}$  części wysokości.

Ściany naczelne mogą być równey przez całą wysokość grubości, albo wznosić się z ustępkami na każdym piętrze wewnątrz lub zewnątrz, albo nakoniec z małą odłożystością z podworza (wzory 11, 14, 15, 16).

Z tych czterech sposobów ostatnie dwa czynią ściany zdalniejsze do wytrzymania parcia stropów i sklepień: przybliżają bowiem postać ściany do postaci bryły równego oporu,

Wzory  
11, 14, 15, 16.



iąką przeciwko ciśnieniu i parciu rzeczywiście miećby powinna (71).

Więzy ścianę utwierdzające.

Tab. XV.

87. Znając skład i sposób działania sklepień, stropów, i wiązań dachowych, iasno poymuiemy, iż ściany naczelne i przedziałowe, na których spoczywają owe budowlę pokrywające członki, nie iednako wciąż są obarezone, i nieiednostayne wytrzymują parcie. W pewnych iednych punktach przypada na nie cały ciężar i parcie sklepień lub stropów, inne zaś teyże samey ściany części bynaymniey nie są obciążone, i stanowią tylko dopełnienie między pierwszemi. Stąd wypada potrzeba wzmacniania ściany w tych mieyscach, w których iest obciążoną, bądźto dając ie z materyału twardszego, bądź powiększając ich grubość, a niekiedy obudwóma temi sposobami posiłkowane bydź powinny. Części te ścian służące do podpierania i wiązania drugich, składające nieiąką ścian osnowę, zowią się w powszechności *więzami*: iedne, do podparcia służące, mianują podporami uwięzłemi w ścianach, albo ich *więzami pionowemi*: drugie do sprzęgania pierwszych użyte, i poziomie leżące, *więzami poziomemi*.

Podpory uwięzłe w ścianach czyli więzy pionowe.

Wzory 1...10.

88. W ścianach całkowicie z ciosanego lub innego kamienia złożonych, większą grubość powinniśmy dawać: 1<sup>o</sup>d w ścianach zagrodowych i podwałowych, u początku ścian i w różnych przez całą ich długość odległościach, (wzory 1... 10). 2<sup>re</sup> w ścianach naczelnych i przedziałowych, przy spotkaniu się ścian naczelnych z sobą i przedziałowych z sobą i z naczelnemi, na brzegach pionowych zrobioney w ścianie przerwy; tudzież w tych mieyscach gdzie przypa-



da parcie i ciężar nakrycia, to jest: pod końcami tramów, pod oczepami stropu i wezglówiami sklepień. Takie więzy składające pionową osnowę ściany, odpowiadające obciążonym brusom i tramom stropu, albo żebrom sklepienia, zstępować powinny do najniższych warst ściany, i są rzeczywiście uwięzłemi w niej podporami. Wzory 11 ... 21.

Wzory.  
11 ... 21.

W ścianach robionych częścią z kamieni twardych, a częścią z płyty lub innego kruchszego murowego wątku, rzeczony więzy są z twardego kamienia; a między niemi dopełnienia ściany, z płyty, cegły albo miękkich lub drobnych kamieni. W tym przypadku więzy bydyż mogą iedney ze ścianą grubości i w niej utaione (wzór 2 i 11), albo też od niej grubsze i nad nią wydatne (wzory 1, 3, 14 ... 21). W obudwóch zdarzeniach więzy składać się będą z kamieni naprzemian długich i krótkich, aby się mogły ściśle wiązać z materiałami słabszemi, z których zrobione jest śródkiujące między niemi dopełnienie.

Wzory 1...21.

Więzom pionowym wystającym ze ściany, dajemy imie pilastrów czyli słupów płaskich. Zwyczajnie wyskok ich nie miewa więcey nad kilka cali; lecz kiedy pilastry dane bydyż mają dla mocy przeciwko wielkiemu wewnętrznemu parciu, wówczas ze ścian daleko więcey występują, i przodkowe swe strony z ukosa robione miewają. Takie więzy znakomicie wybiegające ze ściany, i z ukosem od przodu, podporami zawsze nazywamy (wzory 10, 18). Wyskok ze ściany i ukos przypory oznaczają się z uwagi na siłę, jaką ścianom przydadź należy.

Wzory 10, 18.

89. Więzy poziome stanowiące poprzeczną osnowę budo-

Więzy poziome.



wli, daiemy w kaźdey ścianie u spodu ponad ziemią, i wzdłuż po wierzchu: pierwsze stanowią część podwaliny, drugie część tramowania. W ścianach zaś naczelných i przedziałowych więzy poziome leżą: 1<sup>o</sup>d popod końcami belek i wzdłuż pod oczepami stropów iakby podkładziny; 2<sup>re</sup> pod nasadą sklepień iakby wezgłowia; 3<sup>cie</sup> w miejscach, gdzie ciągłość ściany musi być przerwana, iak to iest u spodu i na górze drzwi i okien; 4<sup>te</sup> przez całą długość ścian, gdziekolwiek się te zwężaią, czyli raczey, gdzie maią odsadę z iedney lub po obu stronach; 5<sup>te</sup> w około na brzegach ścian naczelných pod okapem dachu.

Więzy poziome złożone z warst kamieni przydłuższych, twardých, gładko ociosanych i powiązanych z sobą metalicznymi sponami, własnym ciężarem uciskaią i wiążą materyaly słabsze i drobnieysze, na których leżą, tudzież same służą za równą i trwałą posadę tym częściom, które na nich są złożone: nadto, skrywaią odsadę w ścianie dla iey ścienienia daną i chronią od zaciekania części pod sobą leżące: naostatek łączą razem więzy pionowe i rozeyść się im nie pozwalaią.

Wystawanie ze ściany więzów poziomych cale iest użyteczne; bo pokrywa i od nadwerężenia broni brzeg muru, nad którym iest dane. Ieżeli potrzeba każe uczynić wyskok takich więzów znakomitszym, podówczas, od miejsca do miejsca podpieramy ie utkwionemi w ścianie kamieniami, które zowią iużto wspornikami, iuż krokiewnicami (79). Dla ulżenia ciężaru więzom poziomym, znakomicie ze ściany wybiegaiącym, i uczynienia sposobnieyszemi do odrzucania wody deszczowey, ukośnie ie w dół ścinamy i uciosowi nadaiemy



krzywości ieometryczne, które to kształty częstkami nazwaliśmy; a wieży poziome z wielu takich części powstające i po brzegach ścian naczelných położone w ogólności gzym-sami lub kraynikami nazywamy. Więżom zaś poziomym, których ściany przodkowe pod pion są uczynione, imię *pasów* (plinthes) zachowuiemy.

L. B. Alberti, chce mieć wieży, tak urządzone i wespół z sobą tak połączone, iżby ich stałość i moc, po odjęciu części, które pomiędzy nimi ściany dopełniaią, bynajmniej nie były zachwiane. Jeżeli tedy przypuścimy, że wieży pionowe poziomemi przewiązane same przez się utrzymywać się mogą, chociażbyśmy pomiędzy nimi będące przepierzenia wytracili, tedy po takiem odjęciu części lżeyszych, pozostaną same części stałe, to iest: filary płatwami połączone, z których przez zaokrąglenie mielibyśmy słupy, i inne części architektonicznego porządku. Tak tedy, porządek architektoniczny inną ieszcze drogą z przeznaczenia więzów wyprowadzićby można. Dla tego też więzom pionowym i poziomym, kroie odpowiednych części porządku zwykliśmy dawać.

Widzieliśmy (82), iż gdy słupy osobne zbyt daleko od siebie są rozstawione, albo gdy ie w ogólności dla iakiejkolwiek przyczyny mocniej z sobą posprzęgać mamy, natenczas używamy łuków sklepionych na miejscu poziomych tramów. Podobnież więzów łukowych używamy w poprzek ścian, bądźto dla posiłkowania pionowych, bądź tylko dla wzmocnienia ściany długiej i wysokiej. Wzory 16 i 17.

90. Do budowania ścian naczelných i przedziałowych, oprócz kamienia, płyty, cegły, używamy drzewa. Ściany dre-

Wzory  
16 i 17.  
Ściany dREW-  
niane.  
Wzór 12.



wniane albo są *zrębem* albo *murem pruskim*. Zrąb drewniany powstaie z *wianków*, to iest: bierwion w około i poziomie na sobie złożonych, a po węglach budowli przez zacięcie w iedno połączonych. Przez wysokość zaś łączą się razem każde dwa lub trzy wianki za pomocą *teblów* wewnątrz utaiionych. Sposób ten budowania daie ścianom drewnianym bardzo wielką stałość; ale że drzewa grubego nader wiele bierze, przeto nie może bydź powszechnie używanym, tylko w kraiach w lasy zamożnych. Wzór 12.

Wzór 13.

Ściany drewniane sposobem *pruskim*, składają się: ze *stupców narożnych* i *pośrzednich*, których spodek w *przyciesi* (*sablère*), a wierzchołek w *oczepie* iest osadzony; z *uszakow* (*huisse*), których *podwoie* sięgają w obie strony do oczepu i przyciesi, a przeto są więzami pionowymi w takiej ścianie. W niej także usługę więzów poziomych i ukośnych sprawują *poprzeczniki*, za progi i nadproża w uszakach użyte, tudzież do łączenia wszystkich części pionowych, *miecze*, *zastrzały*, *krzyże s. Iędrzeia* i inne tym podobne wiązania, posilkujące się nawzajem. Pomiedzy taką klecią drewnianą kładziemy pospolicie mur ceglany lub płytowy dla dopełnienia ściany. Wzór 13.

Ściany drewniane tym sposobem wzniesione prawie żadney nie mają stałości; tak dalece: iż gdyby nie były przewiązane ścianami poprzecznymi i belkami stropów, tudzież wzmocnione żelaznemi po węglach narożnikami, ostaćby się nie mogły.

Przyozdobienie ściany.

91. Nie właściwie ozdoba ściany (*décoration en relief*) zowią okazanie na iey zewnętrzney stronie, więzów wydat-



nych i przyboru kamieni (*rustique*) do złożenia lub zadziania ściany między więzami użytych; bo te wszystkie ścian kamiennych części, są wypadkiem budowania i dla ich mocy nie zaś przyozdobienia potrzebne.

Rzadkie są przykłady, w których zewnętrzne ścian strony plastyczną robotą w sposobie szlaków albo osobnych tablic przyozdobione widzimy; a rzadziej jeszcze napotkać się zdarza ozdobę, chociaż całe właściwą ścianom potynkowanym, którą Włosi *sgraffitto* zowią (\*), (wzory 20 i 21).

Wzory 20  
i 21.

Wewnętrzne za to ścian powierzchnie, podobnie iak sklepień podniebienia, rzeźbą albo malowidłem arabeskowém często przyozdabiane bywają; niekiedy ie drzewem opieramy i to *opierzenie* ściany (*lambris*) z pilastrów, ram i tablic złożone, oleyném malowidłem, rzeźbą i pozłotą krasimy. Przedmiotami ozdob ściennych, są przedmioty historyczne, i wszystkie w ogólności takie, które naturalnie w położeniu, w iakiém iest ściana, widuiemy.

### R O Z D Z I A Ł III.

#### WYŻŁOBIENIA I OTWORY ŚCIENNE.

92. Wyżłobienia i otwory ścienne rozmaite w budowlu mają przeznaczenie, a nawet iedno kilka potrzeb zaspakaiać

(\*) *Sgraffitto*, iestto rodzaj trwałego rytowania ozdób na świeżym tynku. Ta robota odbywa się następującym sposobem: do zaprawy zwyčajney, przydaiemy spaloney słomy, przez co zaprawa nabiera koloru srebzysto-popielatego; z tey zaprawy uścielamy tło na miejscu do ozdobienia przeznaczoném, które potém cienką z białego wapna powłoką równo zakrywamy; na tey pobiale przez *przepruchę* węglem odbiamy przeznaczoną ozdobę, a nakoniec rylcem żelaznym zeskrobuiąc białą powłokę, wykańczamy rysunek.



zwykło. Pospolite wyźłobienia ściennie *wyźłobkami* (niches), a niewłaściwie chociaż powszechnie *framugami* zowiemy. Otwory w ścianach, są to drzwi, okna, tudzież rury wewnątrz ścian, ku różnym użytkom przydatne. Wyźłobia, drzwi, okna i rury, nie nadwężają mocy ścian dobrze zrobionych; dają się bowiem w tych tylko miejscach, przez które więzy nie idą, a raczej w miejscach w koło więzami obwarowanych.

Wyźłobia  
czyli framugi.  
Tab. XVI.

93. Wyźłobia są to miejsca próżne, do pewney głębokości w ścianie zostawione i pospolicie do umieszczenia posągów, naczyń, albo innych sprzętów przeznaczone. Chociaż ie niektórzy chcą uważać za miejsca dla ozdób tylko zostawiane, iednak rzeczywiście są one w wielu razach sposobem wybornym zmniejszenia nieużyteczney grubości muru, powiększenia przydatney wewnątrz przestrzeni, a nawet w ścianach zagrodowych i podwałowych są dzielnym środkiem powiększenia stałości.

Wzory 1 . . 5.

Obszerność i głębokość framugi zależy od grubości muru, w którym się robi, a postać od miejsca i przeznaczenia. Framugi bywają pięciorakiego kształtu: prostokątne wewnątrz, i prostokątne zewnątrz; półkołowe w przecięciu, prostokątne zewnątrz; półwałcowe i półbaniastém sklepieniem nakryte; okrągłe zewnątrz, wewnątrz półkuliste; nakoniec iakoby połowiczne tey ostatney formy. Wysokość framug trzech pierwszych postaci bywa zwyczajnie dwa razy większą od swey w świetle szerokości. Wzory 1 . . . 5.

Ieżeli framugi do pomieszczenia posągów albo wielkich ozdobnych naczyń są przeznaczone, wtedy w pewnym stosunku mają być większe od umieszczonego w nich sprzętu:



dostrzeżono bowiem, iż wtenczas posąg dobrze się we framudze wydaie, kiedy wierzch iego głowy od wierzchu framugi na tyle cali iest oddalony, ile stop cała wysokość posągu w sobie zawiera. We wzniosłych framugach, stawia się posągi, i to zawsze na niskich *podnóżkach* (plinthe). Popiersia zaś nayprzyzwoiciej mieszczą się w wyżłobkach okrągłych.

Ponieważ framugi nie przechodzą na wskrós ściany, i nie są w niey otworami, przeto brzegi ich nie potrzebują wciąż wzmacniających więzów; nałęcz zatém, ani też inna kamienna oprawa w około framugi naydować się nie powinna.

94. Otwory, które dają lub zamykają w potrzebie wstęp do budowli, dla pieszych, konnych, i powozów, tudzież które ułatwiają krążenie po nakrytey przestrzeni i służą do oddzielenia iey części, *drzwiami* nazywamy.

Drzwi ku pełnieniu swojego w budowli przeznaczenia, opatrzone są właściwemi częściami. Otwór drzwi czyli ich *ścieżę* robimy zawsze stosowną do obszerności i użytku budowli, lub tey części, do której prowadzą, i tak: ścieża drzwi, zwłaszcza zewnętrznych, w wielkich izbach zgromadzenia, trzy lub trzy i pół łokcia nie zbyt wielką bywa; ścieża drzwi powozowych, czyli bram na dziedzińce wstęp dających, od czterech do pięciu i pół łokci szerokości mieć musi. Wysokość ścieży także miarkowaną być powinna do zamierzonego użytku: we drzwiach pokoiowych i wszelkich do wchodzenia iedney lub dwóch rzędem osób, wysokość dwa razy większa od szerokości iest rzeczywiście potrzebną; w bramach węższych, półtora raza nie będzie zbytęczną, a przeciw-

Drzwi.  
Wzory 6...15



nie w nader szerokich wysokość równa szerokości wystarczającą być może.

Otwór w ścianie na drzwi zrobiony pospolicie wewnątrz bardziej jest rozszerzonym, i tę jego większą otworzystość *wyrżnięciem*, albo raczej z greckiego *glifem* (embrasure) nazywamy. Glif prócz dawania przytułku drzwiom otworzonym, z wielu ieszcze względów jest użytecznym.

Żaden w ścianie, pomiędzy iey więzami, a przeto w miejscach słabych zrobiony otwór, bez utwierdzenia brzegów zostawionym być nie ma. Dla tego po stronach drzwi stawiamy pionowe więzy, powszechnie pod nazwiskiem *podwoiów* (pied-droit) znane. Podwoie z ciosowego kamienia lub kruszcu, właściwie są więzami w murowanej ścianie, a z drzewa, raczém w niey służą do łatwiejszego tylko drzwi zawieszenia, lub za ochronę krawędzi muru kruchego. Wszakże drewniane podwoie, w drewnianej ścianie, rzeczywiście są iey więzami. Podwoie sprzęgają się w górze, iużto poziomym brusem, który nosi imię *nadproża*, iuż kabłąkowatém przeskapieniem, kiedy szerokość ścieży jest znaczna, iak w bramach naprzykład. Podwoie wespół z nadprożem lub nałęczem, wystające nieco nad powierzchnią ściany, zowią się drzwi *oprawą* albo *odźwiérkiem* (chambranle).

Pionowe ustawienie podwoiów nayprostszém być się widzi, dla łatwiejszego odmykania i zawieszania drzwi na zawiasach; przecieź Witruwiusz żąda, aby odrobinę ku sobie nakłonięne były. Przykłady takiego urządzenia naydujemy w dawnych rzymskich budowlach, a mianowicie w świątyni Westy tyburtyńskiej, tudzież w niektórych Palladiusza



robotach. Przyczynę tey osobliwości możnaby upatrywać w łatwiejszém zamykaniu drzwi, na ukośnych podwoiach wiszących, zwłaszcza gdy drzwi są ciężkie spiżowe, iakie u Rzymian często bywały; albo też szukać iey należy w potrzebie większego rozszerzenia ścieży u dołu, niż iest u wierzchu. I dla nieyto zrobione zostały ścieże takie wszystkich drzwi wiodących do składów pod giełdą kupiecką w St. Petersburgu.

Drzwi właściwe, skrzydła do zawarcia ścieży przeznaczone, po staropolsku *wierzeie*, po francuzku *batans*, robimy zwyczajnie, z drzewa; wszakże w Panteonie Agryppy są całe z oprawą swoją bronzowe. Z rzadkicy także piękności słyńą drzwi bronzowe, w kościele ś. Iana Chrzciciela we Florencyi. Michał Anioł Bonarotti, tak dalece pięknością ich był zachwycony, iż w uniesieniu wyrzekł: „drzwi te godne są byđz drzwiami do raju.” Z tychto drzwi florenckich zdięta forma posłużyła do odlania zupełnie podobnych do kościoła P. M. Kazańskiej.

Nad oprawą drzwi zewnętrznych dla odrzucania od progu wody z góry padaiącey, daiemy często kraynik poziomy, albo też szczycik, kraynikiem obwiedziony, którego wystalóć w obudwóch razach, posiłkuiemy niekiedy podstawkami, niekiedy pilastrami z podwoiów iakoby urobionemi. Czasem chcąc uczynić obszerniejsze nade drzwiami pokrycie, używamy zupełnego tramowania na okrągłych słupach położonego; a wówczas korzystaiąc z miejsca na wystalém tramowaniu ganek daiemy (wzory 9 i 12). Drzwi wewnętrzne gzymsu a tém bardziej szczycika kraynikiem obwiedzonego nad sobą mieć nie powinny.

Wzory 9 i 12.



Wzór 8. Drzwi zewnętrzne w dolnym pięttrze budowli, którego ściany całkiem są z miększych brył ciosu złożone, a nawet chociażby ich przybor był tylko naśladowaniem składu wielkiego kamienia, nie potrzebują żadnej wzmacniającej oprawy, i w około gładkie być mogą. Wzór 8.

Wzory 10. 11. Bramy małe mogą być płasko iednym brusem kamienia nakryte (wzór 10); bramy zaś obszerne nayprzyzwoiciej przesklepieniem zamykać. Wzór 11.

Wzór 12. Bramy sklepione mogą być poprzedzone *przyczółkiem* (porche), złożonym z dwóch lub czterech słupów utrzymujących pełne tramowanie i ganek na niem (wzór 12); w tym razie ze środka nałęcza wystający zamek, wielce przydatnym będzie do podparcia ciężącego tramowania.

Wzór 15. Budowle, do których mnóstwo ludzi i powozów. ciągle przybywa i z nich odchodzi, miewaią po obu stronach obszernej bramy dwoie drzwi dla pieszych. Brama taka ze drzwiami może być urządzona podług wzoru 15.

Okna. 95. Okno, od oka snadź w ięzyku naszym nazwane, rzeczywiście iest iakoby okiem w budowli: przez okna bowiem światłem słonecznym ią napelniamy; przez okna też zewnątrz budowli położone widzimy przedmioty. Wszystkie zatem części dobrze urządzonych okien ku temu ich przeznaczeniu usposobione będą.

Otwory i liczba okien zastosowane być mają do obszerności przestrzeni, którą oświecaią i wielości pożądanego w niej światła. Zwyczajna szerokość okna, w budowlach zamieszkałych taka bywa, iżby z niego iedna lub dwie osoby wyglądać mogły; więc od iednego z ćwiercią do dwóch z ćwiercią ło-



kei wielką byź może. Wysokość zależy od wysokości wewnętrznej przestrzeni, iey głębokości, a ieszcze nawet i od górowania słońca nad poziomem miejsca. W kraich bowiem północnych, gdzie słońce niżej krąży, aby promienie iego, naprzykład południowe, daną przestrzeń oświecały, okna niższe byź mogą, niż w podobnym przypadku w kraich gorących, gdzie i mieszkania dla pożądanego chłodu są wzniosłe; za to też tam liczba okien, dla uprzykrzonego skwaru, może byź mniejszą albo ich otwory węższe. Stosunek między wysokością a szerokością okna różny bywa, i naywięcej zależy od przeznaczenia oświecaney przestrzeni. I tak, podług Palladiusza w budowlach okazałych a lekkich, na piętrach wzniosłych, okna będą miały wysokość piątą lub szóstą częścią większą od podwójney swey szerokości; i przeciwnie, w budowlach cięższych i pospolitych mniej tąż samą częścią od podwójney szerokości (wzory 20 i 15). Wszakże w półpiętrzach i w podwałach dobre bywają okna kwadratowe (wzór 16), a nawet takie, których wysokość iest tylko połową szerzyny. Okna okrągłe przydatne byź mogą zwłaszcza tam, gdzie mała ilość światła wystarcza i gdzie okna nie są do patrzenia, lecz tylko dla światła dane (wzór 17). Postać półokrągła przypada wybornie pod sklepienia kolebkowate, krzyżowe, i w wylotach sklepienia. Okna też półokrągłe, stosowney do sklepień wielkości, ogromne albo małe bywają. Wzory 18 i 19.

Wzory  
20 i 15.

Wzór 16.

Wzór 17.

Wzory  
18 i 19.

Strona wewnętrzna okiennego otworu zawsze iest bardziej rozszerzoną dla przyięcia wcześniy wchodzących promieni, i zatrzymania dłużej zachodzącego światła. Wzniesie-



nie także okien nad tło pokoju nigdy znacznie wyżej ludzkiego pasa, ani też znacznie niżej nie bywa. Ścianka ta podokienna, *wspora* zwana (parapet) nie bywa grubszą od połowy ściany, w której jest okno zrobione.

Wzór 16.

Oprawa okna, podobnie jak drzwi, składać się może z podwojów, nadproża i progu, albo kiedy nad oknem większy ciężar przypada, łączymy podwoje okien łukiem sklepionym i okno w arkadzie dajemy.

Kładziemy nad oprawą okna gzyms lub szczycik, podobnie jak nade drzwiami i także od deszczu. Dla tego ochrona taka wówczas jest tylko właściwą, kiedy okna naidą się oddalone od gzymsu ze znacznym wyskokiem; a nawzajem byłaby zupełnie nadaremna i nierozsądną wtenczas, kiedy inny dostateczny okap będzie tuż w niewielkiej ponad oknem odległości. Chociaż wprawdzie okna pierwszego piętra naidaley leżą od głównego kraynika budowli, przecieź gładkie zawsze wtenczas bywają, kiedy to piętro pierwsze, będące posadą innych, jest z miąższych brył ciosu całkowicie złożone; gdyż naówczas wtrażenie gzymsu nad oknem pomiędzy wielkie bryły kamienia i każda oprawa okna, więcejby mocy budowania zaszkodzić, niż zamierzonego użytku przynieść mogły. W tym razie układ przyzwoity kamieni w około otworów naley w najlepszym ich jest obwarowaniem (wzory 20... 22). Dla nienadwerżenia w niczym mocy budowania, otwory także okien, nie powinny nigdy przerywać ciągu pasów poziomych, gdziekolwiek te się naidują.

Wzory  
20... 22.

Wzór 23.

Niekiedy okna są razem drzwiami na ganek czyli *balkon* prowadzącymi. Okienne balkony na piętrach wyższych, ro-



bią się pospolicie z miększej kamiennej płyty, równo z tłem izby zamiast progu w oknie osadzonej. Jeżeli iey wyskok jest znakomity, wówczas, iak każdą ze ściany znaczną wystałość *wspornikami* podpieramy i brzeg płyty poręczami obwodzimy (wzór 23). Czasem troje takich okien współ iedno składają, i albo są wszystkie trzy sobie równe, albo iedno śródkowe większe iest oraz drzwiami, a dwoie pobocznych bez wyścia pozostaie. Poręcz przy takich oknach albo iest z żelaznej kratki, albo z kamiennych toczonych słupków, *balasami* zwanych, i bywa równo ze ścianą w samém oknie pomieszczony. Okna tak urządzone dla tego zowią weneckiem, że w tém mieście dosyć często widzieć ie można. Wzory 24 i 25.

Wzory  
24 i 25.

96. Główna ozdoba okien i drzwi zależy na przyozdobieniu cząstek, z których się składają kroie kamiennej ich oprawy. Na podwoie, nadproża, nałęcz i tym podobne części do okien i drzwi, naywłaściwiey użyjemy tegoż samego kamienia, z którego będą inne głównejsze więzy w teyże samey budowli, tego naprzykład, z którego iest tramowanie; stąd wypada oczywisty wniosek, iż w budowli rozsądnie urządzonej, kroie drzwi, okien i innych zewnętrznych więzów, w iednym porządku architektonicznym ułożone bydz powinny. Te tedy rozmaite wydatne więzy, tyle odmiennych kroiów mieć mogą, ile ich dla tramowania i podpor złożyćby można; lecz i tu podobnie, iak w porządkach, pięcią się ograniczamy. Iakoż kroie okien i drzwi, które nam wzory 26...30 dostatecznie wyobrażają, zastosowane są do pięciu słupowych porządków.

Przyozdobienie  
drzwi i okien.

Wzory  
26 ... 30.



Rury ściennie,  
piece i komin-  
ki.

Tab. XVII.

97. Rury wewnątrz ścian różnego przeznaczenia bywają: iedne oczyszczają z wyziewów szkodliwych zdrowiu zawarte w budowli powietrze; drugie służą do roznoszenia po zamkniętej nią przestrzeni pożądanego ciepła, albo świeżości i chłodu. Dobroć więc kanałów takich zależy na łatwém w nich płynieniu tego powietrza, które z budowli wypędzić, lub do niej wprowadzić zamierzamy, a to zawsze dla sprawienia klimatu pożądanego.

Ciąg czyli płynienie zależy na układaniu się do równowagi zimniejszego z ogrzaném, czyli cięższego ze lżejszém powietrzem. Rura tedy w czasie ciągnięcia obadwa końce otwarte mieć powinna; przez ieden koniec żyła płynu wpada, przez drugi uchodzi; otwór pierwszego zowie się *czeluścią*, drugiego *uścieniem*.

Najczęstszego użycia w ścianach budowli ogrzewanych są rury kominowe, przeznaczone do wyciągania dymu, który z opału użytego do ogrzewania budowli wydobywa się, i z sobą unosi wyziewami obciążone powietrze.

Wznoszenie się dymu w rurze kominowej wówczas następuje, kiedy z dołu płynące powietrze będzie ciepleysze, i kiedy przez czeluść przybywającego nie braknie, dla zastąpienia tego, które przez uście ubyłó.

Abyśmy łatwiej mogli sobie zdać sprawę, iak się to płynienie dymu w kominie odbywa, i od czego moc ciągu zależy, wyobraźmy rurę walcową, w której czeluści umieszczone iest ognisko albo ciało gorejące. Powietrze zewnętrzne, przez rozrzedzenie się w rurze zawartego, z góry napłynie, zgromadzony tam ciepłik pochłonie, a przez wzajemne po-



mięszanie się cząstek, temperatura obudwóch płynów, tym bardziej zmienioną będzie, im jest większa od siebie odległość dwóch końców rury, przez które wpłynęły. Tak dalece, iż uważając te dwa płyny iakoby dwie siły równe, i wprost sobie przeciwne, każdy z dwóch końców rury będzie kresem, *maximum* iedney, a tém samém *minimum* drugiey. Siła górna jest siłą zimnego, a dolna, siłą ogrzanego powietrza, albo, pierwsza powietrza, druga siłą cieplika. Nadto przestrzeń przez każdą siłę zaięta, i ią wyobrażająca, będzie równą połowie objętości rury.

Iakakolwiek odmiana nastąpi we względney tych dwóch sił wartości, zawsze miarą iedney będzie objętość rury, zmniejszona taką iey objętością, iaką zajmuie druga. I tak, zatrzymawszy ten sam rozmiar rury, i iey spodkowego otworu, ieżeli zwięzimy otwór górny, siła też chłodnego powietrza, którey ten otwór *maximum* oznacza, zmniejszy się koniecznie. Nie dosyc na tém zmniejszy się o połowę, kiedy otwór górny także o połowę zmniejszymy; w tym przypadku otwór spodni dwa razy będzie większym od górnego; przeto i siła cieplika względnie stanie się też dwa razy większą od siły powietrza.

*Zmniejszając więc uyscie rury, zmniejsza się oraz siła którą wyobraża, a tém samém powiększa się stosunkowie siła iey przeciwna.*

Daymy teraz, żeśmy powiększyli wysokość rury naprzykład dwa razy; tak powiększoną uważać można iak gdyby była złożoną z dwóch takich, iaką jest pierwsza. Siły przeto zawarte w dwóch takiej rury połowach, większey będą mo-



cy od tey, iaką każda miała w całej pojedynczey rurze. Iakoż, uważając siłę ciepłika w dolney połowie, dostrzegamy iż wyrazem iey będzie przestrzeń równa trzem czwartym objętości rury, kiedy tym czasem w pojedynczey rurze, wyrażenie tey samey siły było tylko pół objętości; więc siła, uważana w tey części, gdzie się iey *maximum* nayduie, wzrasta przez przedłużenie rury. Ale ponieważ trzy czwarte objętości wyraża siłę dolną w rurze pojedynczey, w której otwór górny przez połowę został zmniejszony, i jest także wyrażeniem teyże siły, w połowie niższej podwójney rury, przeto: *bądź to zmniejszymy przez połowę otwór uścia rury, bądź nie tykając tego otworu, podwoimy odległość, w iakiey się nayduie uście od czeluści, siła ciepłika, uważana w części dolney, zawsze iednaką i tąż samą będzie.* Albo inaczey ieszcze, każda odmiana w otworze górnym, tenże sam skutek sprawuie na sile uważaney w dolney części rury, iaki odmiana tamtey odpowiedna w wysokości rury (\*).

Oczywista stąd, iż od długości rury kominowey, i stosunku pomiędzy iey otworami, czeluścią i uściem, zależy naybardziej ciąg dymu. Wszakże, zbywa nam ieszcze na doświadczeniach, stanowiących ten stosunek w każdym przypadku.

Franklin ów sławny dostrzegł także, iż *naprzód*, komin tym mocniej ciągnie, im jest dłuższym; iż *powtóre*, w porze letney od dziewiątey ranney do dziewiątey lub ósmey wieczorney godziny, kiedy powietrze zewnętrzne ciepleysze jest od wewnętrznego, zstępuie przez komin i wychodzi drzwiami lub oknem; *potrzecie*, iż przeciwnie w nocy, kie-

(\*) FOURMY. Journal de Physique etc. an. 1817. f. LXXXIV. Paris.



dy zewnętrzne zimniejsze iest od wewnętrznego, napływa przez drzwi i okna i wstępuje do komina; *poczwar*te, iż między ósmą a dziewiątą ranną i takąż godziną wieczorną powietrze w kominie iest prawie w spoczynku; wypadek ten znaczy iakoby przesilenie płynienia z iednego w drugi koniec komina.

Kominy albo robią się wewnątrz ścian przez całą ich wysokość, albo są tylko do nich przytknięte i za pomocą żelaztwa na nich zawieszzone. W ścianach ceglanych i grubych całkiem są pograżone, a do ścian kamiennych lub cieńkich ceglanych pospolicie bywają tylko przytknięte.

Poprzeczne rozcięcie rury kominowey zwyczajnie iest prostokątne; robią iednak kominy okrągłe z rur glinianych złożone. Z iakiegokolwiek bądź materyału ściana zrobiona będzie, zawsze w niey komin dany bydź powinien z cegły dobrze wypaloney, gliną należycie wygładzoną, wewnątrz spławistą, czyli bez nagłych załomów. Wielkość otworu rury kominowey pospolicie taka bywa, iżby nią małe kominiarskie pachole przeleźć mogło. Jeżeli kilka czeluści przypada iedna nad drugą, a ich rury przytknięte są tylko do ściany, wtedy dolne z ukosa prowadzić należy, i zawsze kierunkowi ich dawać iak najmniejszą pochyłość, aby przezto ściany zbyt ciężko nie obciążać. Wzór 1.

Wzór 1.

Uyście rury kominowey wznosimy nad otaczające budowle, aby wiatr od wzniosłości odbity, nie mógł napowrót dymu do komina wpędzać; a kiedy tego dla wielkiej wysokości przyległych budowli zrobić nie podobna, uyście natenczas opatruiemy *czapką* blaszaną z boku otwartą, ruchomą, z *powietrznikiem* czyli chorągiewką, któraby podług wia-

Wzór 2.



tru razem z czapką obracać się mogła. To wszystko tak urządzamy, iż uycie komina nayduie się zawsze od wiatru zasłonię. Wzór 2.

Do czeluści komina przystosowuiemy piec albo kominiek. Piece w ogólności są *apparatami* urządzonemi do wydobywania ciepłika z opału, i użycia iego ku rozlicznym potrzebom. Pieców przeto, iako sprzętów budowli, w liczbie iey członków opisywaćbyśmy niepowinni. Wszakże, w krajach północnych, piec istotnym iest sprzętem, i tak nieruchomym iak inne członki budowli; dla tego o piecach w kilku słowach uczynimy tu wzmiankę.

Iak rozlicznego użytku, tak też różney budowy są piece. Do ogrzewania mieszkań w kraiu naszym naylepsze dziś są piece urządzenia szwedzkiego. Piec szwedzki składa się z *powłoki* pospolicie kachlowey, a kachli *poléwanych* albo *szarych*, niekiedy z cegieł, niekiedy z płyty kamienney. Ta zewnętrzna część pieca rozliczne, byle tylko proste, kształty mieć może (wzory 3, 4). Wewnętrzna część pieca nazywa się *żołądkiem* iego. Żołądek pieca szwedzkiego, iest iakoby kłębem nawinionym z przedłużoney rury kominowey, od której, za pomocą zasuwki albo *zasłonki* żelazney, po wypaleniu pieca zupełnie oddzielonym być może. W drugim końcu nawiniętey rury piecowey, to iest, w czeluści, roznieca się ogień. Powietrze ogrzane przez przedłużony tym sposobem komin nabywa ciągu nader mocnego: ale ciepłik z dymem uchodzący, nim przebędzie wszystkie zakręty piecowego żołądka, całkowicie przezeń pochłonię zostaje, a dym prawie chłodny z komina uchodzi.



Są jeszcze piece *powietrznemi* zwane, wielce przydatne do ogrzewania izb obszernych; a co większa, iednym takim piecem całą budowlę ogrzewać można. Piec powietrzny usadawiamy zwyczajnie w nayniższém piętrze, albo nawet w podwalu budowli. Składa się on z dwóch, doskonale od siebie blaszanym *kotłem* oddzielonych żołądków; ieden do krążenia chłodnego, drugi do krążenia ogrzanego powietrza i dymu iest przeznaczony. Pierwszego, rury dolny koniec wychodzi zewnątrz budowli i przyymuie czyste chłodne powietrze, które przebiega zakręty pieca, i w nich się rozgrzewa do wysokiego stopnia: a tak ogrzane krąży po odnogach rury w ścianach rozgałęzioney, i przez ich uyscia, *zakrętkami* opatrzone, wypełnia izby. Ognisko iest w czeluści rury wewnętrznego żołądka, z którego powietrze ciepłe z dymem wychodząc krąży wewnątrz przy ścianach kotła, i przez kotłowe ściany odstepuie swego cieplika powietrzu krążącemu w zewnętrznym żołądku, które tym sposobem ogrzewa: samo zaś dobrze ostudzone z dymem wychodzi iak z każdego pieca. Wzór 5, w dwóch zwyczajnych pionowego i poziomego przecięcia rzutach, daie iakiekolwiek wyobrażenie tego rodzaju pieców.

Kominki nie tyle dla ogrzewania mieszkań, ile raczey do odświeżania w nich powietrza przydatne, i dla pewney przyjemności, iakiey przy odkrytém ich ognisku doświadczamy, należą raczey do zbytkowych niż istotnych potrzeb w krajach zimnych. Wszakże kominki tak urządzone bydz mogą, iż wydobyty w nich przez palenie cieplik nie ginie całkiem, lecz na ogrzewanie izby obraca się. Takie tedy oszczędne



kominki w kraiach cieplejszych piece poniekąd zastąpić mogą.

Otwór kominka, jest zawsze prostokątny, a bywa wielkości różney: kominiek wielki miewa do trzech łokci szerokości a na półtora jest wysoki; mały pięć ćwierci w kwadrat bierze; głębokość wielkich i małych zawsze prawie jest taż sama i nie przechodzi pospolicie iednego łokcia. Brzegi kominkowey czeluści utwierdzamy oprawą, podobną do oprawy drzwi i okien. Składa się ona także, z *podwoiów* (jambage) i *nadprożka* (linteau) ponad którym kładziemy zwykle kamienną policę, przydatną do stawiania sprzętów pokojowych (wzór 6). Czasem przy podwoiach u kominka stawiamy nieiakieś słupki, a na nich leży niby tramik i polica (wzór 7). Czasem nadprożek i policę podpieramy tylko dwiema podstawkami z iednego z podwoiami kamienia wyrobionemi. Czasem też *miedzyniki* (termes), to iest, czworogranne słupki popiersiami zakończone, utrzymują między sobą płatwę lub policę kominka (wzór 8). Każdą oprawę kominka robimy zwykle z pięknego marmuru i niekiedy bronzem przyozdabiamy. Nad oprawą ubieramy ścianę żwierciadłem, posągami we framudze pomieszczonym, albo to mieysce innym przystrajamy obrazem. Niekiedy okno tuż nad kominkiem tak iest zrobione, że i ciepła przy kominku i widoku przez okno w iednym czasie używamy. Przepych z przemyśłem przesadzają się często w przyozdabianiu kominków.

Kominy piecove nie tylko służą do wyprowadzania dymu, ale w wielu razach służyć ieszcze mogą do oczyszczania powietrza z wyziewow szkodliwych: i tak D'Arcet ciąg w ko-

Wzory 6. 7.

Wzór 8.



minie przez ogrzanie powietrza wzbudzony zastosował szczęśliwie do przewietrzania kloak; przez co te miejsca zupełnie tracą odrażający zapach (\*).

W kraiach gorących używają rur ściennych do wprowadzenia wewnątrz pomieszczeń chłodnego powietrza, podobnie jak w krajach zimnych używamy ich do ocieplenia powietrzem ogrzanym. We Włoszech, w bliskości *Terni*, naidział się rozpadliny w pewnej górze, z których tym chłodniejsze latem dmucha powietrze, im upał bardziej się wzmagają; rozpadliny te zowią tam *czeluściami Eola*. Mieszkańcy tuż położonego miasteczka *Cesi* wprowadzają rurami to chłodne powietrze do domów swoich, gdzie uścia rur, opatrzone *kurkami*, otwierają dla użycia chłodu i świeżości. Podobne zjawiska i zręczne z nich korzystanie przeciwko nieznosnemu gorącu, po wielu miejscach we Włoszech napotykać się zdarza.

---

## R O Z D Z I A Ł IV.

### FUNDAMENTA.

98. Poziom umysłowy, który był naprzód użytym do położenia sklepień, potem przeniesiony pod słupy i ściany pokryciem obciążone, możemy w myśli pod spód niższego coraz pietra przenosząc, za podstawę niezachwiałną całej budowli uważać. Ale ta umysłowa podstawa, w istocie zastąpiona być musi przez rzeczywistą, którą wszystkie przymioty

---

(\*) Annales de l'industrie. Tome VIII.



tańszej, dla utrzymania w spoczynku na sobie złożonych członków budowli potrzebne, koniecznie mieć powinna, a osobliwie niezachwiałną poziomość.

Jeżeli ziemia na której budowlę usadowić mamy jest doskonale nieściśliwą, tedy taka ziemia do poziomu zrównana, byłaby ową pożądaną podstawą, i taką jest rzeczywiście opoka albo skała nieporuszona. Lecz gdy grunt pospolity, nie jest tak twardym i nieściśliwym jak opoka, winniśmy go zastąpić sztuczną podstawą, którą *fundamentami* czyli *posadą* budowli zowiemy. Dla tego L. B. Alberti nie chce uważać fundamentów za istotne członki budowli. Podług niego, jest to grunt sztuczny, wyręczający niedostatek stałości w gruntach rodzimych, tak dalece, iż ieśliby można ziemi nadadź zsiadłość i moc potrzebną innemi sposobami, w tym razie fundamenta nie byłyby zgoła potrzebne. Wprawdzie, ieśliby tylko chodziło o utrzymanie pionowego ciśnienia budowli, moglibyśmy w wielu przypadkach obejść się bez fundamentów; lecz ponieważ pionowe działanie ciężaru jest prawie zawsze połączone z innemi siłami poziomie działającymi, dla tego roztropność doradza kładź fundamenta chociażby na najsilniejszej ziemi.

Fundamenta tedy są podstawą całej budowli, na którą połączonemi siłami wszystkie iey części działają; więc z równą a nawet z przewyższającą siłą oddziaływać im powinny, to jest, odrażać ciśnienie i odpierać ich parcie.

Fundamenta brzemień całej budowli połączony z ciężarem własnym, przenoszą na ziemię, na której bezpośrednio są usadowione. Każda ziemia jest mniej więcej ściśliwą, a



do tego nie zawsze, w całej pod budowlą zajętej rozciągłości iednako iest ściśliwą. Lecz że skutek ciężaru okazuje się w odwrótnym stosunku rozpostarcia swoiey podstawy, można więc zmniejszyć ten skutek, i uczynić podstawę fundamentów iednostaynego ciśnienia na całą powierzchnię zajętej ziemi przez rozszerzenie stosowne ich nasady. Postać tedy fundamentów, iako podpor i ścian w ziemi pod słupami i ścianami nad nią wzniesionemi, powinna bydź zastosowaną do skutków połączonych sił ciężaru i parcia, tych mianowicie części, którym za posadę służą; to iest, bydź powinna postacią brył tamtym siłom równego oporu i oraz równego ciśnienia na całą pod niemi będącą powierzchnię ziemi. Grubość więc ich poprzecznego przecięcia, będzie naprzód różna pod różnemi częściami budowli; powtóre, będzie się powiększała tak dalece, iż podstawa ich dolna, naydzie się dobrze większą od górney: bo to się dzieie w miarę sił utrzymywanych części budynku, własnego fundamentow ciężaru, i stopnia ściśliwości ziemi.

Nie tyle osiadania ziem ściśliwych, ile raczey nie iednostaynego ich osiadania obawiać się należy. Wszakże i temu przemysł zapobieżć umie. Ponieważ osiadanie ziemi iest skutkiem zbliżania się ku sobie ciężarem uciskanych iey części, można więc ten skutek uprzędzić biąc ziemię kłódą ciężką i stosując liczbę uderzeń do oporu ziemi. Ta myśl uprzędzenia osiadania ziemi, które pod budowlą nastąpićby mogło, przez bicie, dała Rondeletowi powód, do robienia doświadczeń osobnych nad skutkiem uderzania ciężaru wolnie spadającego. Do tego użył *siłomierza* (dynamomètre) Re-



gniera. Narzędzie to składa się, iak wiadoma, z ogniwa przeciągłego, tarczy z podziałami, i skazówki bardzo czułej, do boków ogniwa przytwierdzonych. Doświadczenia były robione dwóma sposobami i dały prawie iednacie wypadki. Z tych wypadków obliczył Rondelet tablice w których należć można z iakiey wysokości dany ciężar spadać powinien, aby przez uderzenie sprawił skutek pożądaný, zastępujący ciśnienie budowli ciężaru oznaczonego (\*). Stąd wypada, iż ziemia ściśliwa pod ciężarem budowli osiadać nie będzie, gdy ją pierwey z przyzwoitey wysokości spuszczanym ciężarem dopóty ubiiać nie przestaniemy, dopóki znaków uderzenia prawie iuż dostrzedz nie będzie można.

Budowanie  
fundamentów.

99. Architekci zalecaią w ogólności aby fundamenta miały szeroką podstawę. Witruwiusz i za nim piszący, każą im dawać podstawę dwa razy szerszą od szerokości iaką u wierzchu mają. Inni chcą aby ich odłożystość była iedną trzecią lub iedną czwartą częścią wysokości, a tylko w budowlach bardzo wzniosłych, iak są wieże, aby szerokość podstawy była trzy razy większą od szerokości ich wierzchniey. W istocie zaś rozszerzenie fundamentowey podstawy powinno raczey stosować się do wysokości ściany, na fundamentach wznoszącey się, tudzież ciężaru, którym iest ziemia pod niemi uciśniona. Z tego względu Belidor radzi powiększać podstawę muru, na dziesięć łokci wzniosłego, czterema calami z kaźdey strony; muru zaś na 25 łokci wysokiego dziesięcią calami z obu stron.

Wzory 9, 10.

Fundamenta robimy albo ciągle stoczyste, iak są ściany

(\*) Rondelet Tome III. l. V. pag. 26.



podwałowe, albo z ustępkami po iedney, lub po obu stronach. Wzór 9 i 10.

Ieżeli ściana ma wytrzymywać parcie ukośne, podówczas ustępy w fundamentach zewnątrz całkiem dawać należy, to iest, ze strony przeciwney parciu; albo przynajmniey z tey strony ustępy większe zostawiać potrzeba, na którą iest parcie większe.

Fundamenta pod węglami ścian naywiększą moc mieć powinny; tam przeto grubość ich zawsze większa będzie.

Pod słupami osobnymi fundamenta też przez oszczędność mogą bydź ze słupow osobnych, przesklepieniami połączonych; i chociaż są pod kolumnami, zawsze iednak będą czworogrannne. Niektórzy radzą ieszcze dla większey mocy łączyć słupy fundamentowe u spodu odwróconemi łukami, które iuż to na ziemi wprost, iuż na powtórnych, w górę obróconych łukach, oparte bywaią. Wzory 11, 12.

Wzory  
11. 12.

Pierwszy słóy ziemi będąc pokładem ziemi roślinney, albo innych ciał nagromadzonych, nie ma pożądaney zsiadłości; potrzeba go tedy sprzątnąć, i szukać słoju twardego na którymby bezpiecznie można było budowłę osadzić. Często się iednak zdarza, iż, dla nalezienia takiego słoju, kopanie zbyt głęboko posunąćby należało, i że w samém kopaniu natrafione przeszkody niedozwalaiają osadzić fundamentów bezpośrednio na tey odporney ziemi; podówczas uciekamy się do innych sposobów zdolnych uczynić podstawę budowli mocy pożądaney. Ale te sposoby dopóty nie mogą bydź oznaczone, dopóki nie przekonamy się o naturze gruntu, w całej obszerności maiącej się zaiąć pod budowłę. Przekonywamy się o



nim albo przez kopane studnie, albo poświdrowawszy ziemię świdrem umyślnie do tego sporządzonym.

Chociaż do niezliczenia prawie różney są własności gruntu, wszelako w budownictwie przywodzą ie do trzech klas głównych.

Pierwsza klasa zawiera w sobie grunta naybardziej sprzyiające fundamentom, iakimi są: opoka, tuf, grunt kamienny, które oskardem tylko, albo prochem z miejsca poruszyć można.

W drugiey klasie mieszczą się grunta dziaństwiste i piaszczyste, które, ieżeli na strony rozsypać się nie mogą, ucisnąć się nie dadzą.

Do trzeciey klasy należą ziemię łatwo zbić i ucisnąć się dozwalaiające, a przeto zdolne nabydź iednostaynego oporu pod całą obszernością fundamentów. Wszelkie zatém grunta ziemiste, ziemię trzęskie, i każda ścieśliwa należą do tey klasy.

Wzory  
13. 14.

Budowanie fundamentow na ziemiach pierwszej klasy, żadney nie nastęcza trudności; dosyć tylko pobić rowy przyzwoitey szerokości i głębokości, a przy zakładaniu fundamentów niektóre ostróżności zachować. Daiąc ie naprzykład na opoce spadzistej, trzeba ią pociąć w stopnie poziome w tych miejscach, gdzie ściany stać maia, i także poczynić strzępie nieiakie wszędy gdzie się ściany kończą i o skałę opieraia. Ieżeli się naydą na przeszkodzie iamy lub rozpadliny w skale, należy ie zapelnąć murem albo gruzem w kąpieli zaprawy, i wszystko do poziomu ubić i zrównać. Wzory 13. 14.

Ziemię piaszczyste dwoiakiego są rodzaju: iedne zsiadłe i przez się zbite, które maia stałość dostateczną i wytrzymaia



bezpośrednio złożone na sobie fundamenta; drugie się zowią piaskami *wrzęcemi*, gdyż za poruszeniem odkrywamy w nich źródła iakoby wrzącey z piaskiem wody. Ziemia taka bardzo dobrze wytrzymaie ciężar budowli, ale od wody trzeba przedsięwziąć skuteczne środki. Zwyczajnie, po oznaczeniu na takiey ziemi fundamentow, kopie się iey cząstka tak tylko wielka, iaka w przeciągu iednego dnia murem zapelnioną bydź może. Na spodzie do poziomu wyrównanym układa się iedna albo dwie warsty muru dzikiego z kamieni iak można naywiększych, szczelnie i na zaprawie podwodney złożonych. Po nad tym pierwszym pokładem wznosi się mur z materyałow, iakich okolica dostarcza. W tey całej tu robocie pośpiech nadzwyczajny z dokładnością zachować należy, bo tym tylko sposobem ochronić ią można od zalania wodą.

Kopiąc głębiey w ziemi trzęskiey i błotnistey, natrafiamy zawsze na wodę obficie zewsząd dobywającą się. Wszakże ziemie takie są w ogólności iednostaynie ściśliwe, przeto sposób następujący zakładania w nich fundamentow uznany jest za naylepszy. Naypłycey ile można kopać ie potrzeba, a fundamentom bardzo szeroką dawać podstawę i pierwszą iey warstę robić z zaprawy podwodney (wzór 15). Nim te fundamenta zwyczajnym sposobem ukończone będą, należy ie zostawić w spoczynku przez czas tak długi, iakiego potrzebuie zaprawa do zupełnego stwardnienia, a zatém, dopóki mur w iedną prawie nie zrosnie się bryłą. Wznosząc na nich dalszą budowę dbać należy iżby mur iednostaynie wysoko i wciąż na całej obszerności był kładziony, a to aby osiadanie

Wzór 15.



ziemi i fundamentow z naywiększą iednostaynością odbywać się mogły.

Wzór 16.

Ieśli źródła tak są obfite, iż wyczerpnąć się ani przytłumić nie daią, wówczas, po wykopaniu i wyczyszczeniu rowów, dno ich do poziomu iakotako zrównać należy. Potém, z obu stron porobić drewniane z dylów ściany i te gliną zewnątrz pookrywać. Taka przeciwko poboczney wodzie i ziemi skrzynia służy do przyięcia warsty podwodney zaprawy z gruzu i wapna, która iak wiemy zdolną iest przytłumić źródła wewnątrz skrzyni pozostałe. Na tey pierwszey warście prowadzimy fundament do końca, zwyczajnym sposobem. Wzór 16.

Kiedy ziemia nie iest iednostaynie ściśliwą w całej obszerności zaiętey pod budowlą, wówczas uciekaią się niektórzy do sposobu wzmacniania iey za pośrednictwem palów.

Pale.

100. *Pale* (pilotis) a *mostnice* (pieux) są rzeczy różne. Nazywamy mostnicami długie bierwiona prostopadle do ziemi wbite na których stoią mosty, młyny, albo inne budowle wzniesione po nad wodą. Pale zaś są bierwiona krótsze, cieńsze i przeznaczone do dźwigania na sobie kamienney roboty. Prawdziwy zamiar w użyciu palów, nie iest, iak wielu mnie ma, dosięgnąć niemi *calca* czyli gruntu dobrego; albowiem ieśliby ten grunt naydował się w mnieyszey głębokości niż iest zwyczajna długość pala, to iest, między trzema a siedmią łokciami, niedobrzeby ten robił ktoby wolał zabijać raczej pale, niż dokopawszy się calca na nim bezpośrednio osadzać fundamenta. Dla tegoto, ile razy zamierzamy bić pale dla wzmocnienia gruntu, tyle razy grunt dobry rozumiemy



bydź nierównie głębiej, niż iest długość zwyczajna palów. Pale więc w tym przypadku użyte, zastępują poniekąd, wraz z okoliczną między nimi ziemią, miejsce calca; gdyż ziemia, małej wprzód stałości, wzmacnia się w około przez silne zapędzanie palów. Ale że nie tylko przez zabiianie palów można wzmocnić i ucisnąć ziemię, lecz przez bezpośrednie iey także bicie, (owszem drugim sposobem iednaki skutek daleko oszczędniey otrzymuiemy); dla tego też w niewielkiej liczbie przypadków i to w niezbędney potrzebie palów dziś używamy.

W Wenecyi w pośrząd wody, na gruncie bagnistey mielizny morskiej usadowioném mieście, kilka wielkich budowli ze XIV<sup>go</sup> wieku wzniesionych iest na murowanych posadach znacznie obszerniejszych od swoich budowli. Gmachy te bez uszkodzenia dotąd przetrwały; gdy tymczasem późniejsze od nich, na palach postawione, są popękane z przyczyny nieiednostaynego osiadania.

Starożytni Rzymianie nieinaczej używali palow tylko dla wzmocnienia ziemi, i to rzadko kiedy ich potrzebowali; woleli raczej uścielać pod swoiemi budowlami pokłady muru miąższe i bez przerwy ciągnące się.

Biegłych budownikow iest i dziś powszechne zdanie, iż w bardzo wielu trudnych zdarzeniach obeysdź się można bez użycia palów; albowiem pale nie dają oporu równego i niezachwalney stałości. Nadto doświadczenie uczy, iż pal często opiera się uderzeniom ciężkiej kłody, i zdaie się nie módz iuż daley postąpić, a potem chowa się w ziemię z wielką łatwością, gdy po pewnym czasie uderzać go znowu będzie-



Wzór 17.

my. Pale przecięż są potrzebne w niektórych przypadkach: iako pod izbicami mostow, cembrowaniem nadbrzeżném w rzekach i przy inney bieżącej wodzie. W tych bowiem przypadkach fundamenta niszczeią nie tyle przez niejednostayną ściśliwość ziemi, ile od podmywającej ie wody. Wszakże i w tym przypadku, pale w około fundamentow zabite raczey się używają dla ich ochrony, niż za podstawę samymże fundamentom. Wzór 17.

Podobnież pale rzędem bite albo *wpustpale* czyli *szpuntpale* (palplanches), to iest, pale czworogrannne wedle długości na wpust spoione i *bartnicą* w górze związane, służą bardzo dobrze do wstrzymywania osuwającej się lub budowlą obciążoney ziemi, zamiast ściany podwałowey.

Grodzē (*Batardeaux*).

Wzór 18.

101. Kiedy pod wodą, bagnem, albo piaskiem ciekącym nayduie się grunt stały na którym fundamenta położyć niezbędną mamy potrzebę; wówczas, aby się dostać do niego, od napływającej wody albo nasuwającego się piasku *grodze* robimy, które Francuzi *batardeaux* zowią. Grodza pospolita iest iakoby izbica iaka w wodzie. Składa się z dwóch równoległych rzędow rzadko rozsadzonych, a do środka nieco nakłonionych mostnic, oraz dwóch szczelnych rzędow szpuntpali. Jedne i drugie związane są z sobą u wierzchu poprzeczkami i podłużnikami. Grodza taka, obeymująca w wodzie miejsce do osuszenia przeznaczone, między podwóynemi swemi ścianami napęlnia się gliną, którą warstami ubić należy; ale pierwey dno z iłu i piasku wyszlamować musimy, gdyż glina koniecznie na czystey ziemi legnąć powinna. Szerokość grodzy daiemy zwykle taką, iaką ma wysokość woda, którey



parciu opór dostateczny ma stawić. Takie, do grobli podobne, opasanie miejsca zawsze dwóm potężnym siłom sprostać iest przeznaczone. Siłę parcia gliny wewnątrz nakładzoney, przeciwko której użyte są mostnice, tudzież poprzeczne i podłużne wiązania, a nawet w pomoc im dodane więzy żelazne. Parcie wody iest drugą siłą, która się objawia po wyczerpaniu wody z miejsca ogrodzonego. Parcie to usiłuje grodzę do środka wywrócić, i kiedy iest wielkie stawiamy przeciwko niemu zastrzały do mostnic przypierające. Wzór 18.

Mimo wielką staranność o dobre zbudowanie grodzy, rzadko iednak tak doskonale zrobić ją można iżby wody nieprzepuszczała. Woda trzema drogami dostać się może wewnątrz ogrodzonego miejsca: naprzód, wskrós grodzę przynika; drugie przejście spodem pomiędzy ziemią a grodzą nadyduie; albo biie ze źródeł które, mniey więcej silne, odkryć się mogą w miejscu zamkniętém. Pierwsza droga utworzyć się nie będzie mogła, kiedy glina do wypełnienia użyta, nie ma w sobie ciał obcych, kawałkow drzewa lub kamieni, i kiedy iest należycie ubita. Woda podówczas tylko otworzy sobie drogę spodem grodzy, kiedy z dna iey piasek lub żwir nie był zupełnie uprzątniony aż do warsty nieprzenikliwej ziemi. W przypadku trzecim, przeciwko wodzie ze źródeł białcey, nayskuteczniejszy iest środek otoczyć źródło rurą albo zrębem studziennym nieprzenikliwym, w których woda podniosłszy się do wysokości z iakiey płynie, w spoczynku i równowadze pozostanie. Niekiedy wodę taką źródlaną za pomocą smoczka w kolano złamanego za grodzę wylewać można.



Wzór 19.

P. Tardif inżynier francuzki podał był w roku 1757, sposób robienia grodzy ponurzającej się. Z iego wynalazku korzystać można przy zakładaniu fundamentów na piaskach ciekących, na bagnie, trzęsawicy, lub w wodzie, pod któremi jednak w pewney głębokości nayduie się grunt dobry. Sposób P. Tardif zależy na związaniu takiej kleci drewnianej iaką wyobraża w przecięciu wzór 19. Maiąc założyć fundamenta pod piaskiem ciekącym albo pod ziemią bagnistą, począć należy robotę od złożenia na miejscu owej to grodzy, a opierzywszy deskami część iey spodnią, z ukosa ściętą, i napełniwszy ją murem, grzebiemy w około niey wewnątrz ile można nayiednostayniey. W miarę iak grodza ponurza się głębiey, wyżej też opierzamy iey boki i dopełniamy muru w iey wnętrzu. Nakoniec, po wypróżnieniu miejsca ogrodzonego z piasku, błota i wody, na calcu, do którego się dostaniemy, rzucamy fundamenta sposobem zwyczajnym.

O zakładaniu fundamentów w wodzie szerzyć się nie iest rzeczą naszą; gdyż ta część konstrukcyi należy raczey do budownictwa hydraulicznego.

Przestrogi  
ogólne.

102. Niepodobna przepisać prawideł stałych na robienie fundamentów w różnych przypadkach. Zdolny i przemyślny budownik, poznawszy należycie naturę gruntu, na którym ma rzucić fundamenta, wybierze lub wynaydzie sposoby skuteczne i proste, do przewyciężenia trudności, ieżeli ie natotka. Wszakże w ogólności przestrzegać powinien:

1<sup>o</sup>d Ażeby zaprawa do fundamentów w każdym zdarzeniu użyta była naylepsza, ieżeli można robiona z wapna podwodnego rodzimego albo sztucznego.



2<sup>re</sup> Aby fundamenta były ile możności od razu pod całą budowlę rzucone, złożone z warst dokładnie poziomych i należyte zbitych; a to dla tego, iżby osiadanie i wysychanie muru iednostaynie się odbywały. Tym tylko sposobem uniknąć można rozpadlin, które się okazują w budowlach od nieiednostaynego osiadania. Jeżeli iednak niezbędne przeszkody sprzeciwiają się współczesney robocie fundamentów w całej obszerności budowli, na tenczas potrzeba przynajmniej w częściach robionych zostawiać wielkie i wydatne strzępie, iżby ie można dobrze z częściami związać, które później dorobione bydź mają.

5<sup>cie</sup> Po ukończeniu fundamentów należy ie zostawić w spoczynku przez czas tak długi, iaki będzie potrzebny do należytego stwardnienia i osiadania muru.

4<sup>te</sup> Chociaż fundamenta są w ziemi zakryte, z równą wszakże troskliwością, owszem z większą robione bydź mają, niż części nad niemi wzniesione; gdyż ta dokładność roboty nie jest dla pozoru tylko, lecz dla rzeczywistey mocy istotnie potrzebną. Przeciwnie, niedbale rzucone fundamenta staną się główną przyczyną nadwężenia, a często nawet zupełnego rozsypania się budowli.

KONIEC CZĘŚCI WTÓREY.







POCZET PRZEDNIEYSZYCH RZECZY W CZĘŚCI WTÓREY.

CZEŚĆ WTÓRA.

CZŁONKI BUDOWLI.

*Wszystkie członki budowli razem uważane.*

<i>liczba §.</i>	<i>stronica.</i>
2. Przeznaczenie członków. . . . .	6.
3. Postać i moc . . . . .	6.
4. Budowanie . . . . .	7.
5. Przyozdobienie . . . . .	8.

KSIĘGA I.

O CZŁONKACH BUDOWLI, PRZESTRZENI NAKRYWIAJĄCYCH.

7. Ogólne warunki wszelkiego nakrycia. . . . .	9.
8. Postęp przemysłu w doskonaleniu nakrycia budowli . . . . .	10.

ROZDZIAŁ I.

SKLEPIENIA.

9. Opisanie sklepienia. . . . .	12.
10. Ogólna postać sklepienia . . . . .	13.
11. Sklepienie płaskie . . . . .	13.
12. Sklepienia pojedyncze. . . . .	14.
15. Sklepienia złożone . . . . .	16.

*NAUKA O RÓWNOWADZE I PARCIU SKLEPIEŃ.*

14. Na czém zależy wewnętrzna równowaga sklepienia? . . . . .	18.
---	-----

*Równowaga sklepień kolébkowatych.*

15. Zrównania równowagi między klincami, w przypadku, gdy sklepienie poddane jest samey tylko sile ciężkości . . . . .	20.
--	-----



16. Zrównanie na długość spoienia i zastosowanie iego do kilku szczególnych przypadków . . . . . 22.  
 17. Zrównania ogólne na ten przypadek, kiedy sklepienie, oprócz ciężkości, dotknięte będzie innemi ieszcze siłami . . . . . 24.

*Równowaga sklepień baniastych.*

18. Zrównania na równowagę sklepień baniastych. . . . . 28.

*Równowaga sklepień złożonych.*

19. Sklepienia kopankowatego . . . . . 32.  
 20. Sklepienia krzyżowego . . . . . 33.

*PARCIE SKLEPIEŃ I OPÓR WEZGŁOWIÓW.*

21. Zrównania, na sklepienia kolébkowate równoważące się w sobie i z wezglowiami . . . . . 35.  
 22. Uwagi nad parciem nierównoważących się sklepień . . . . . 37.  
 23. Nauka ogólna P. Berard o parciu sklepień kolébkowatych . . . . . 40.  
 24. Taż sama teoria zastosowana do sklepień baniastych . . . . . 46.  
 25. Wyrażenie ciśnienia prostopadłego, którego doświadcza każde spoienie w sklepieniu. . . . . 48.

*PRZYBLIŻONA I PRAKTYCZNA NAUKA O RÓWNOWADZE SKLEPIEŃ.*

27. Sposób przybliżony PP. Lamé i Cleyperon. . . . . 50.  
 28. Sposób praktyczny oznaczania grubości wezglowiów . . . . . 52.  
 29. Oznaczenie grubości wezglowia przez wykreślenie . . . . . 54.  
 30. Oznaczenie grubości zamka w sklepieniu . . . . . 54.  
 31. Budowanie sklepień . . . . . 56.  
 32. Czas i sposób wymowiania krążyn . . . . . 60.  
 33. Żebra, pasy i koszyki sklepień . . . . . 62.  
 34. Przyozdobienie sklepień . . . . . 65.

## R O Z D Z I A Ł II.

## S T R O P Y.

36. Moc i trwałość stropu . . . . . 69.  
 37. Budowanie pospolitego stropu . . . . . 73.



38. Uzbroienie brusów. . . . .	74.
39. Oszczędne pułapy na niewielkiej przestrzeni . . . . .	75.
40. Pułapy podrzucane, czyli <i>Podmiotki</i> (sofiti). . . . .	77.
41. Nasyp stropowy . . . . .	78.
42. Przyozdobienie stropów wytwornych. . . . .	79.
43. Stropy metaliczne. . . . .	82.

R O Z D Z I A Ł III.

O T Ł A C H.

45. Tła kamienne czyli pawimenta . . . . .	84.
46. Posadzka kamienna. . . . .	88.
47. Tła drewniane. . . . .	90.

R O Z D Z I A Ł IV.

D A C H Y.

49. Postać dachów . . . . .	93.
50. Pochyłość połaci dachowych . . . . .	94.

W I Ę Ż B A D A C H O W A.  
(*carcasse d'un comble*).

52. Więźba kamienna . . . . .	96.
53. Więźba drewniana tramowa . . . . .	97.
54. Więźba drewniana tarcicowa. . . . .	101.

*O działaniu głównych części dachowego więzara.*

56. Parcie i ciśnienie krokwi dachu półszczytowego . . . . .	106.
57. Parcie i ciśnienie krokwi dachu szczytowego . . . . .	111.
58. Działanie krokwi obłączystych . . . . .	114.
59. Ogólne uwagi nad urządzeniem więźby tramowey . . . . .	114.
60. Więźba żelazna . . . . .	116.
61. Ozdoba więźby dachowey . . . . .	117.

K R Y C I E D A C H Ó W.

63. Krycie kamienne . . . . .	118.
64. Krycie dachówkowe . . . . .	120.



65. Krycie drewniane . . . . .	124.
66. Krycie słomiane. . . . .	126.
67. Krycie spiżowe i blaszane. . . . .	127.
68. Miarkowanie spadzistości dachów . . . . .	129.

## K S I Ę G A II.

### O CZŁONKACH UTRZYMUJĄCYCH NAKRYCIE BUDOWLI.

#### R O Z D Z I A Ł I.

##### S Ł U P Y.

71. Postać słupom właściwa . . . . .	152.
72. Części słup składające . . . . .	158.
73. Budowanie podpór osobnych . . . . .	141.
75. Tramowanie słupów ( <i>entablement</i> ) . . . . .	142.
76. Posada i podnoże słupów . . . . .	144.
77. Ogólne proporcye 5ciu porządków . . . . .	145.
78. Częstki ( <i>mouluures</i> ) wszystkim porządkom i wszystkim częściom porządku służące . . . . .	150.
79. Prawidła sztuki robienia kroiów czyli profilowania. . . . .	151.
80. Kroie pięciu porządków. . . . .	154.
81. Przyozdobienie porządków. . . . .	156.

##### A R K A D Y.

82. Arkady pomiędzy słupami i węgarami. . . . .	158.
---	------

#### R O Z D Z I A Ł II.

##### ŚCIANY I WIĘZY JE UTWIERDZAJĄCE.

84. Ściany zagrodowe. . . . .	162.
85. Ściany podwałowe . . . . .	163.
86. Ściany utrzymujące nakrycie budowli . . . . .	169.
87. Więzy ścianę utwierdzające. . . . .	176.
88. Podpory uwięzłe w ścianach czyli więzy pionowe. . . . .	176.
89. Więzy poziome . . . . .	177.
90. Ściany drewniane . . . . .	179.
91. Przyozdobienie ściany . . . . .	180.



ROZDZIAŁ III.

WYŻŁOBIENIA I OTWORY ŚCIENNE.

93. Wyżłobia czyli framugi . . . . .	182.
94. Drzwi. . . . .	183.
95. Okna . . . . .	186.
96. Przyozdobienie drzwi i okien. . . . .	189.
97. Rury ścienne, piece i kominki . . . . .	190.

ROZDZIAŁ IV.

FUNDAMENTA.

99. Budowanie fundamentów . . . . .	200.
100. Pale . . . . .	204.
101. Grodze ( <i>Batardeaux</i> ). . . . .	206.
102. Przestregi ogólne . . . . .	208.

OMYŁKI.

str.	10	wiersz 2 od końca: Egipcianie	popraw	Egipcyanie.
—	12	— 2 w nocie: wykatey	—	wykutey
—	38	— 8 od końca: ocalic. Starano się	—	ocalić; starano się
—	55	— 10 to o niey	—	o niey
—	82	— 5 od końca: telekroć	—	tylekroć
—	84	— 2 — — Egipcianie	—	Egipcyanie
—	91	— 5 — — kolorwém	—	kolorowém
—	92	— 1 widocznieyszém	—	widocznieyszą
—	117	— 13 odpowiadające	—	odpowiadający
—	120	— 13 wyobrażaą	—	wyobrażają
—	127	— 2 pod literą A	—	pod literą C.
—	185	— 9 batans	—	battans
—	197	— ostatni. którą	—	która.





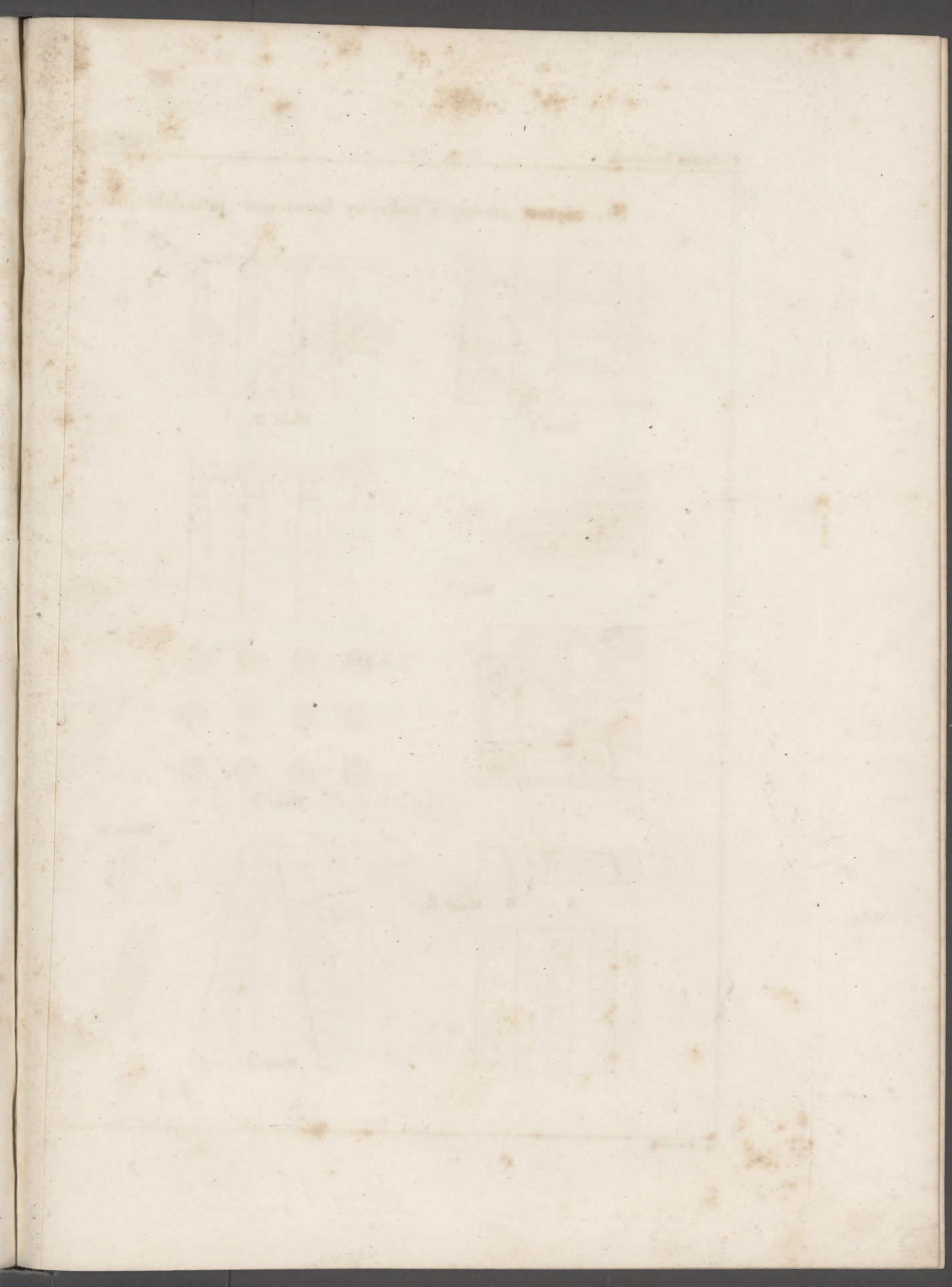
FOURTH  
HONORABLE  
MEMBERS  
OF THE  
LEGISLATIVE  
COUNCIL

FOURTH  
MEMBERS  
OF THE  
LEGISLATIVE  
COUNCIL

FOURTH  
MEMBERS  
OF THE  
LEGISLATIVE  
COUNCIL

FOURTH  
MEMBERS  
OF THE  
LEGISLATIVE  
COUNCIL

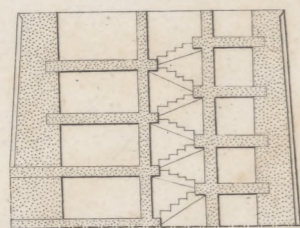




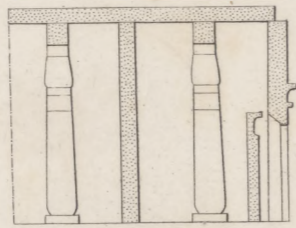


Starożytne stropy i pokrywy kamienne przedsklepieniowe

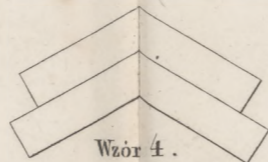
Sklepienia-  
-pojedyncze



Wzór 1.



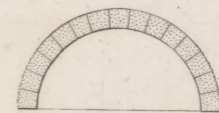
Wzór 2.



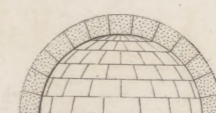
Wzór 4.



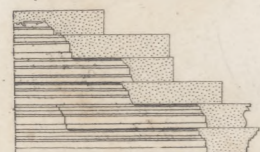
Wzór 6.



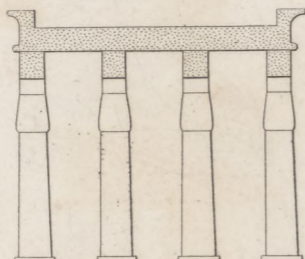
Wzór 11.



Wzór 14.



Wzór 7.



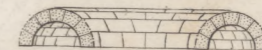
Wzór 3.



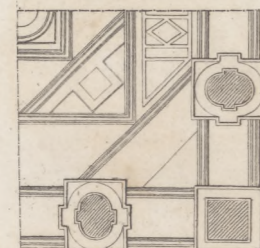
Wzór 9.



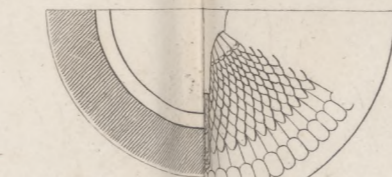
Wzór 12.



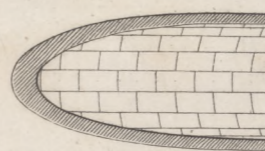
Wzór 15.



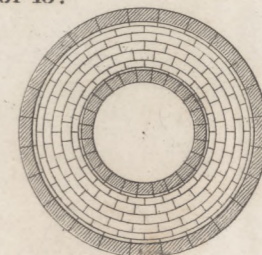
A B Wzór 8.



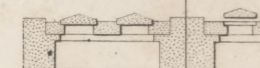
Wzór 10.



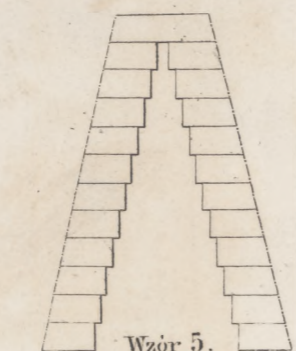
Wzór 12.



Wzór 15.



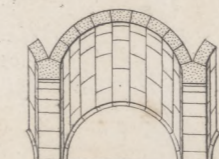
A B Wzór 8.



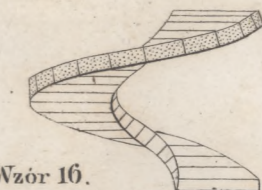
Wzór 5.



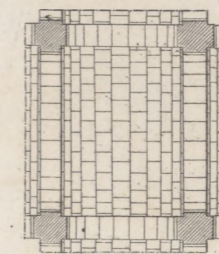
Wzór 10.



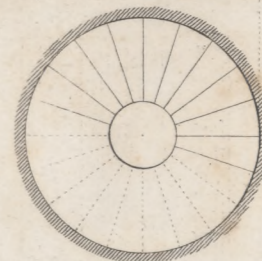
Wzór 13.



Wzór 16.

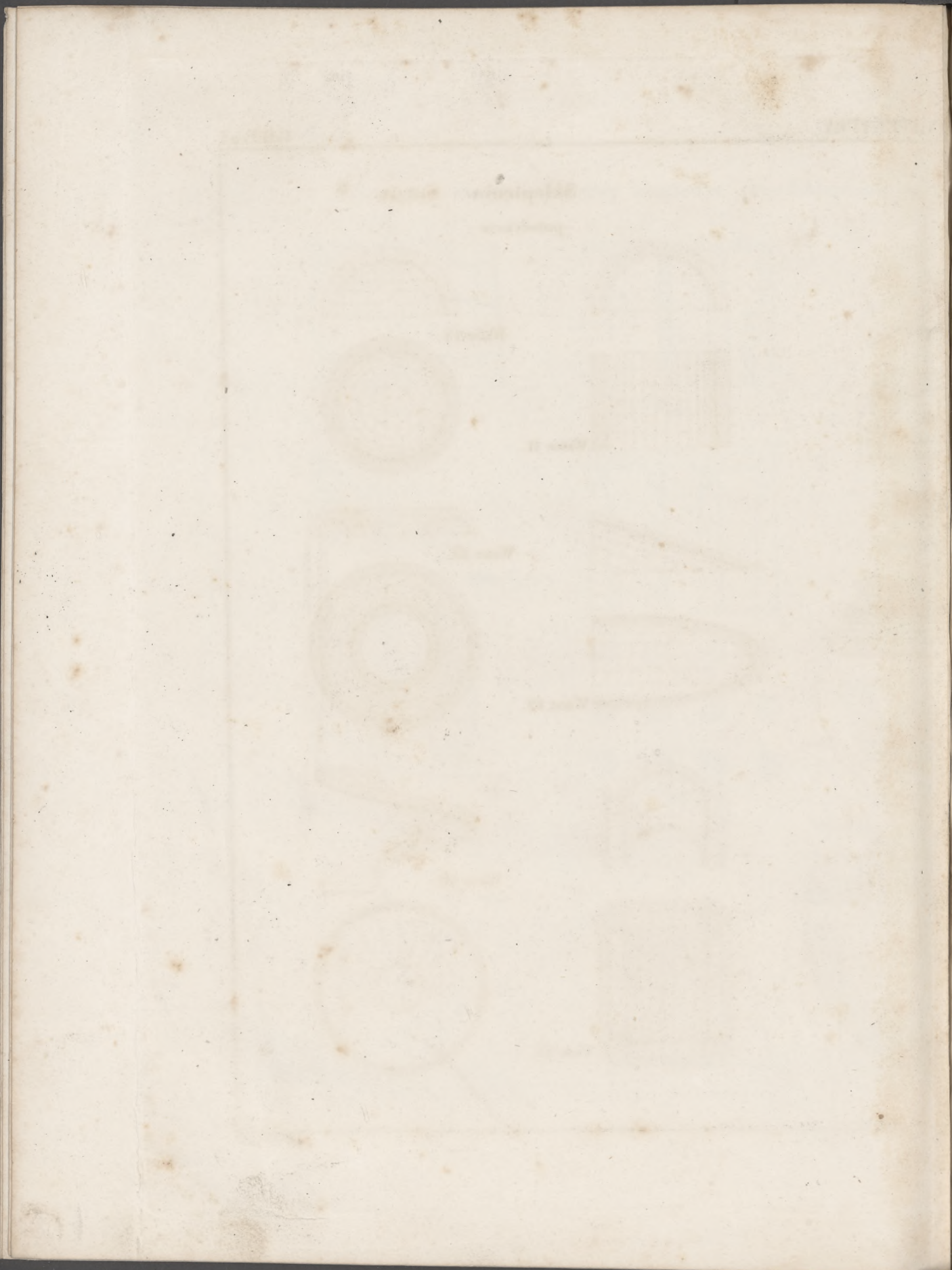


Wzór 15.

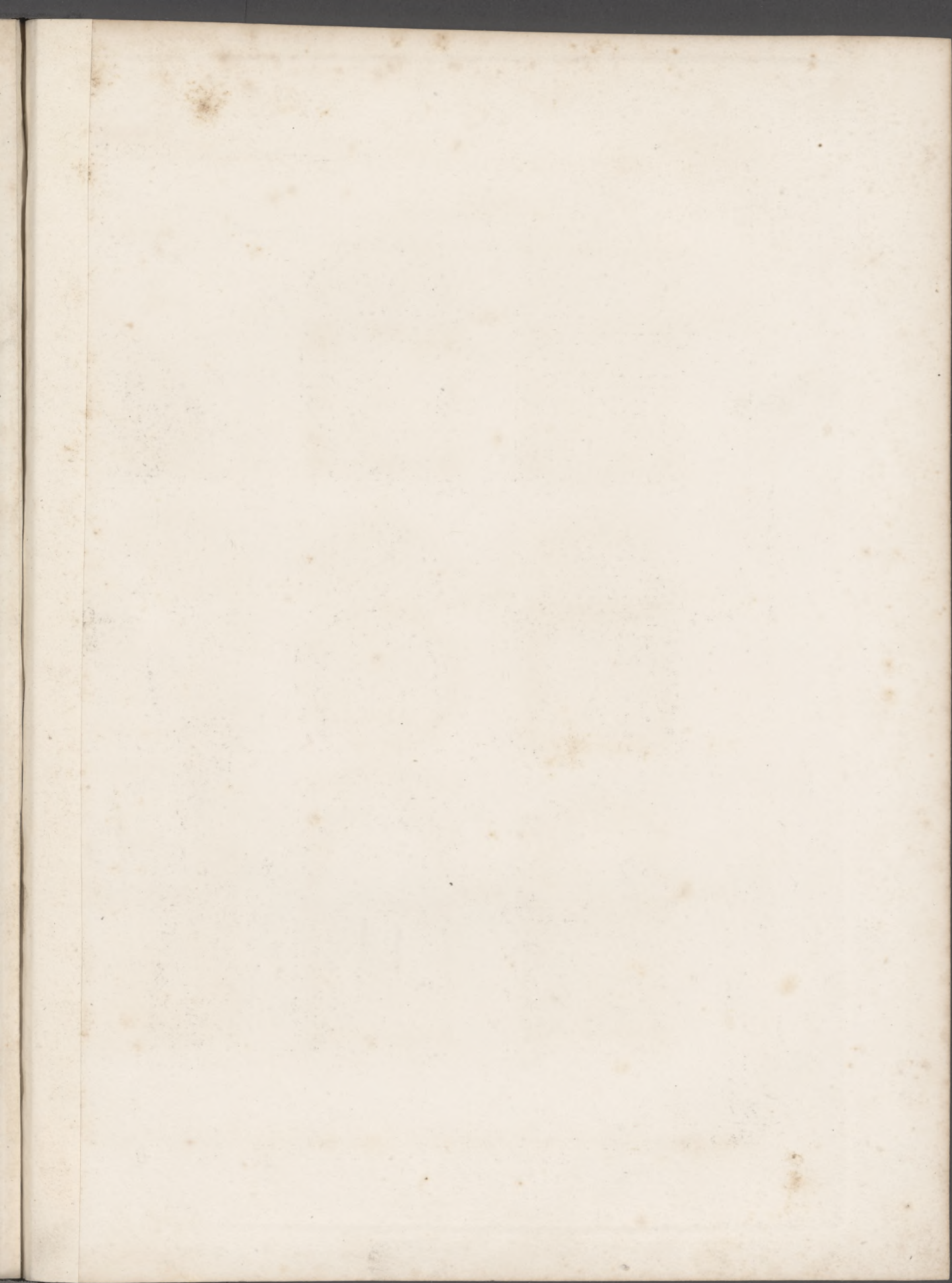


Wzór 15.







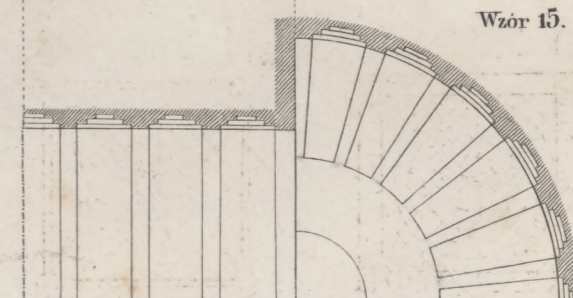
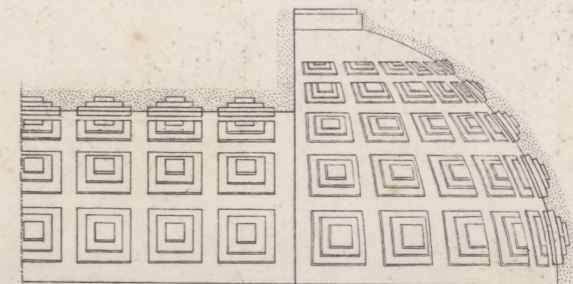
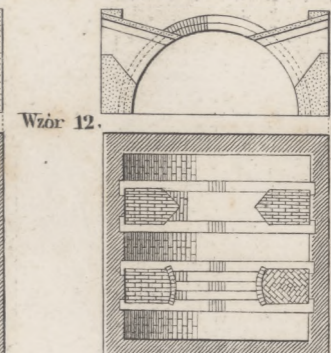
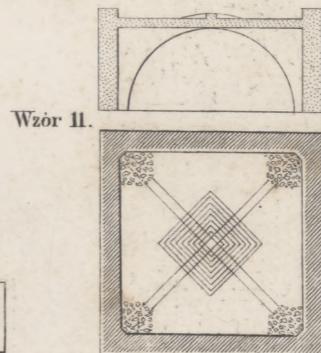
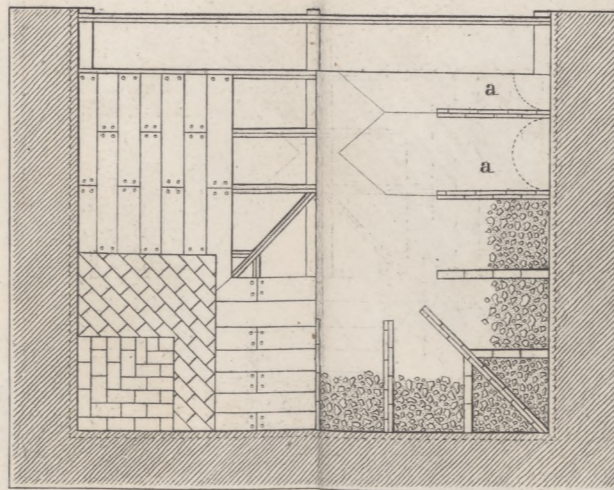
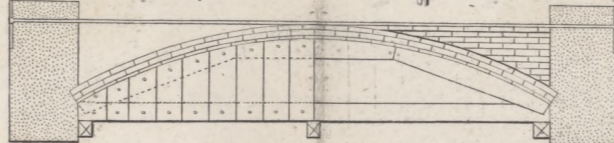
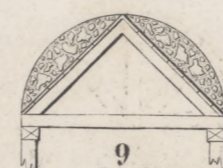
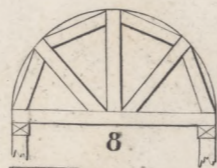
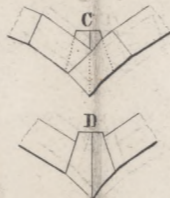
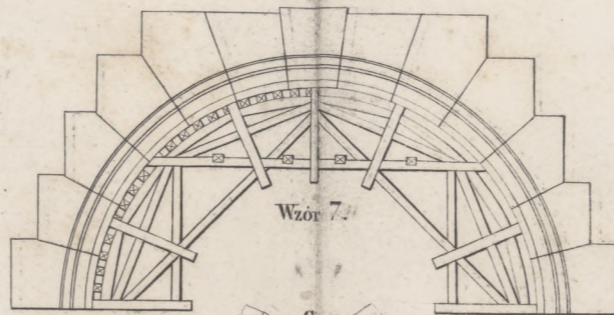
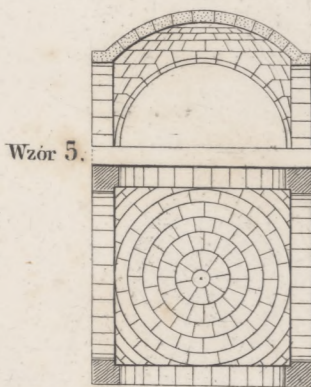
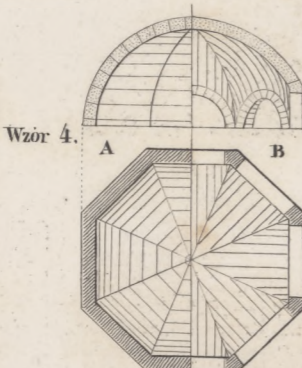
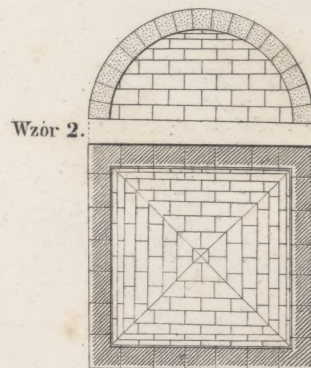
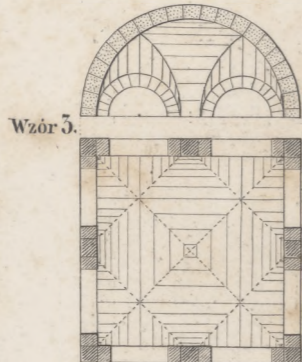
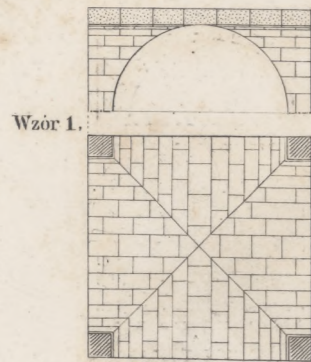




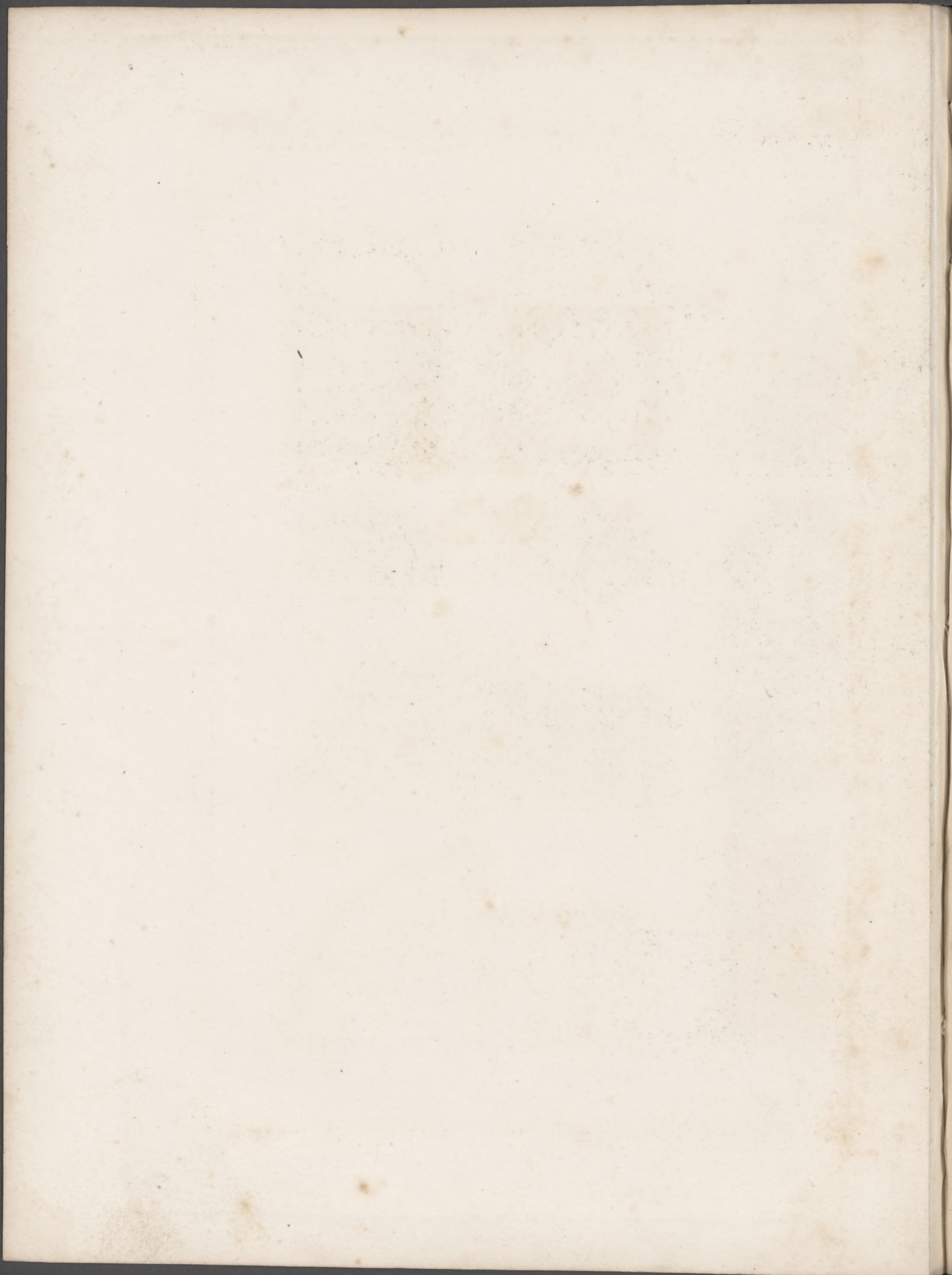
- złożone

Sklepienia-

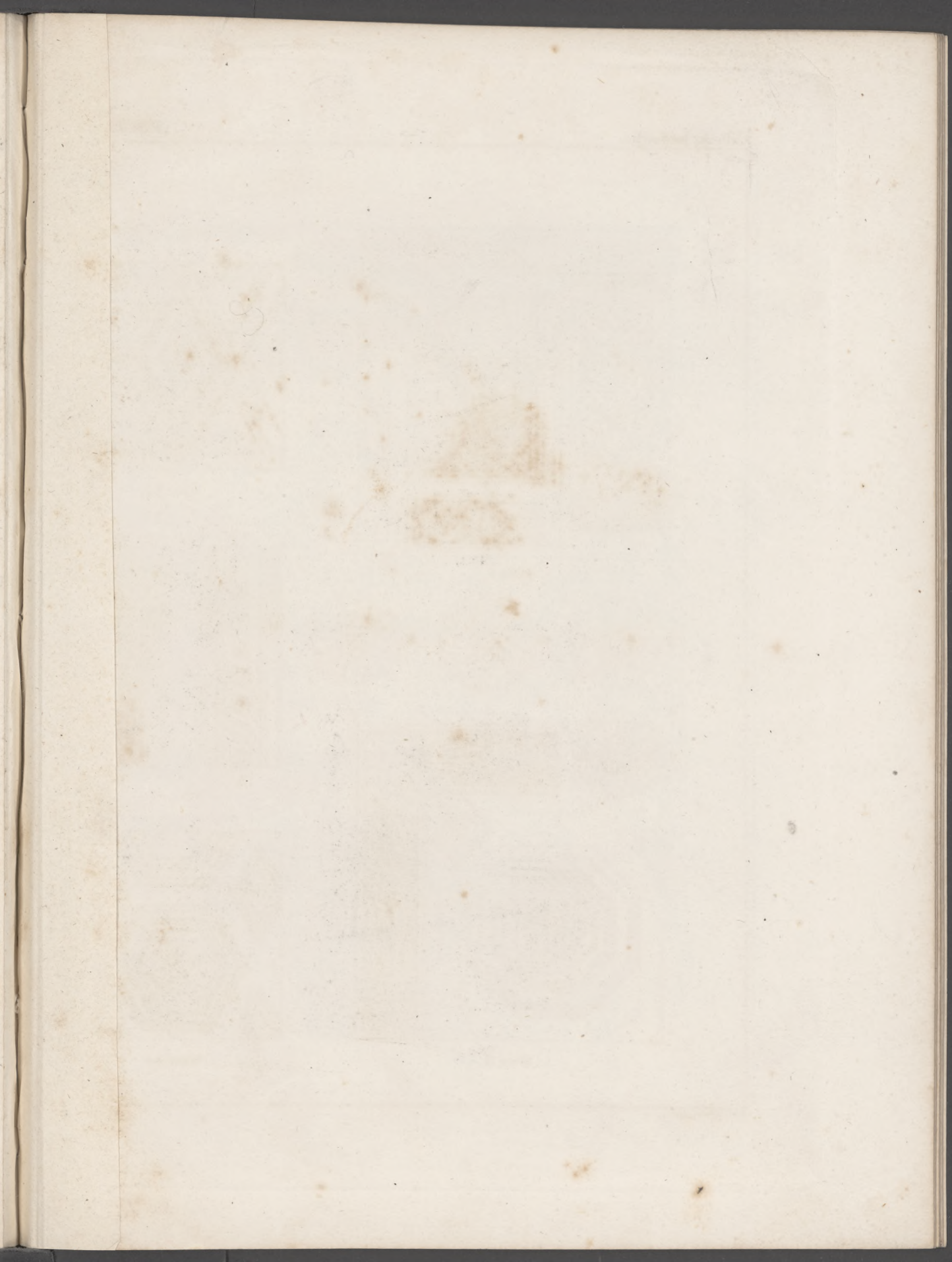
Krażyny, żebra, pasy i koszyki sklepien.





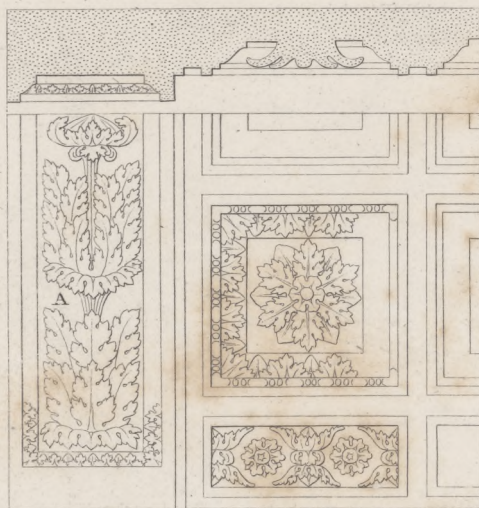




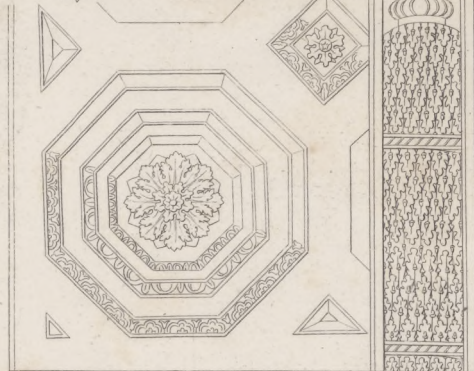
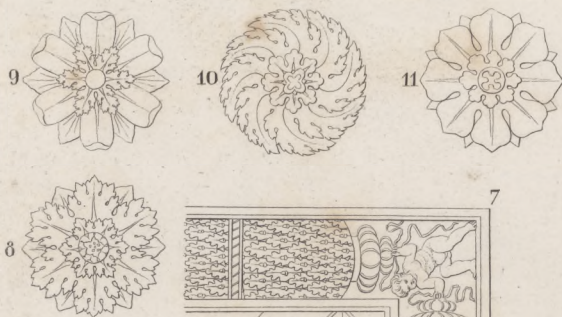




Ozdoby Sklepień



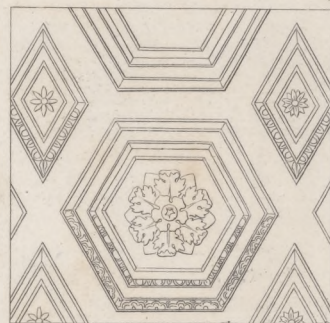
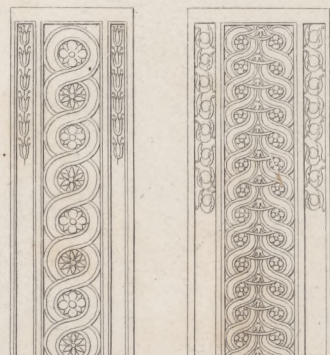
Wzór 1.



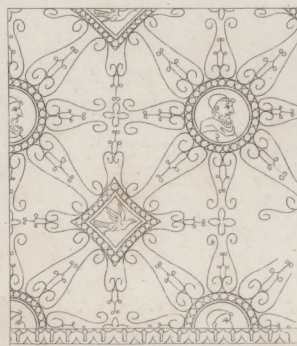
Wzór 3.



Wzór 2.



Wzór 4.



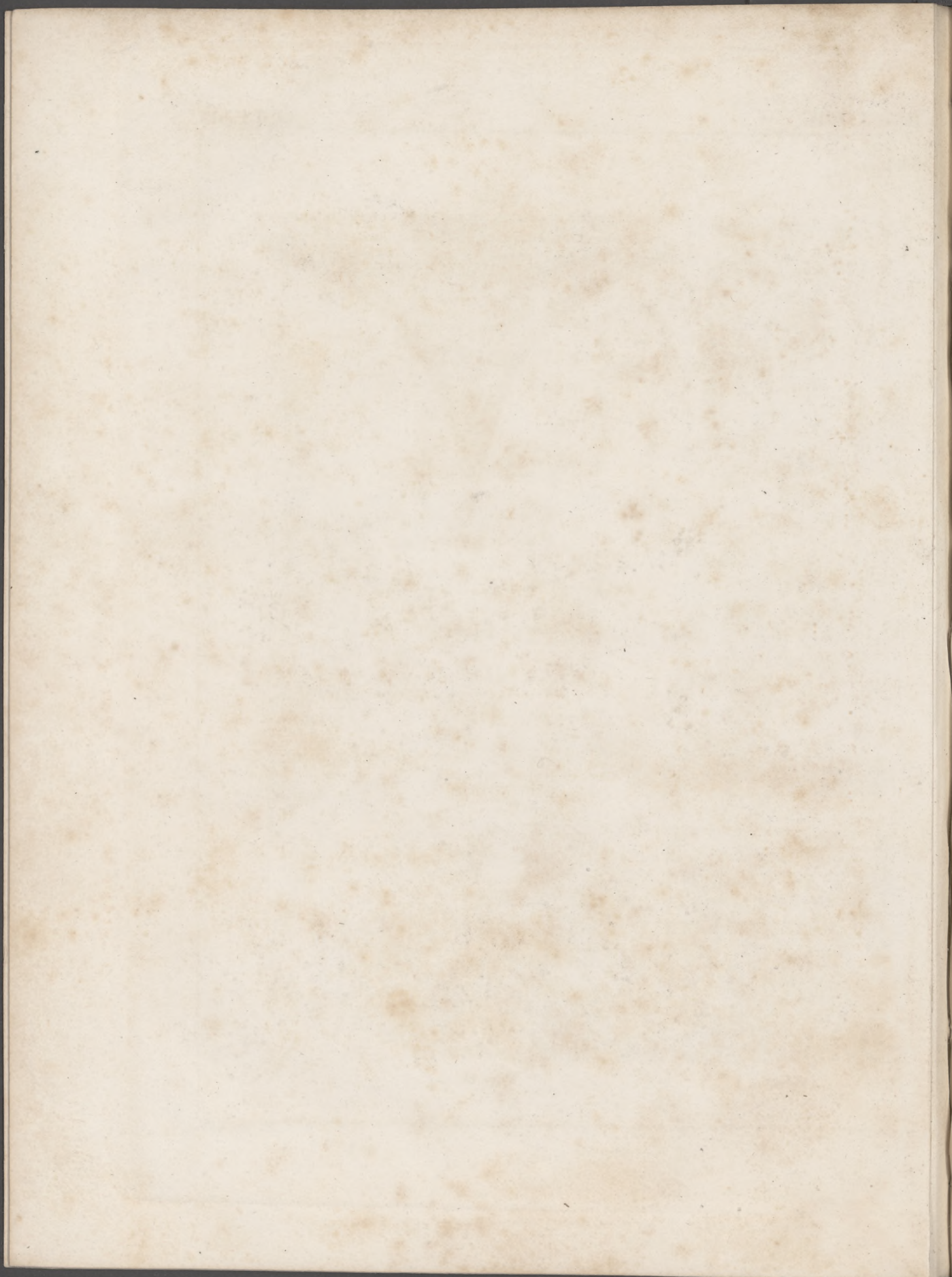
Wzór 14.



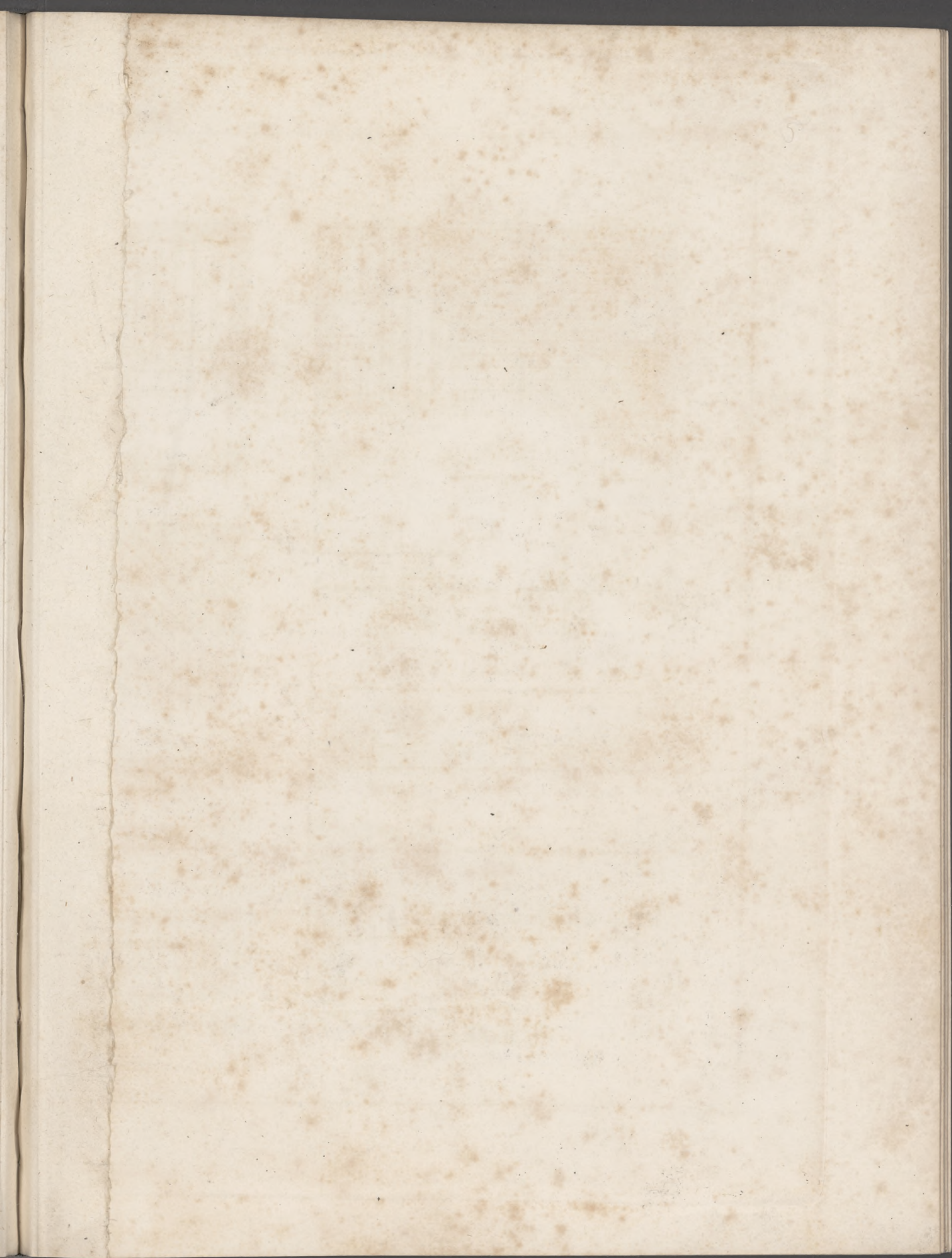
Wzór 16.

Wzór 17.



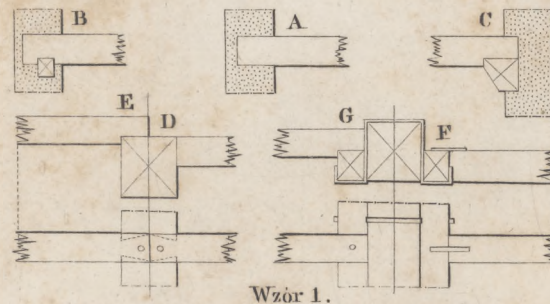
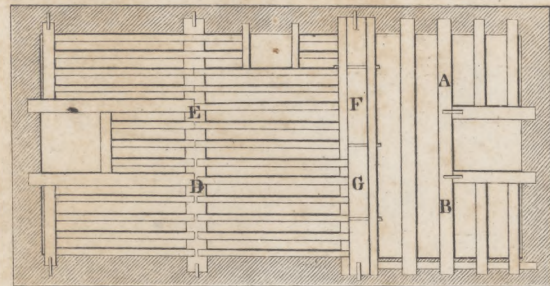




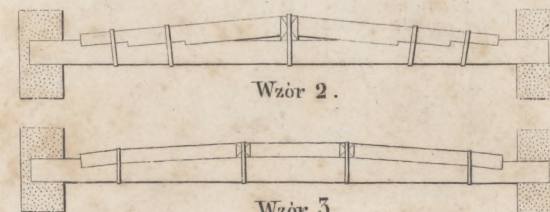




Stropy-  
-pospolite czyli Pałapy.



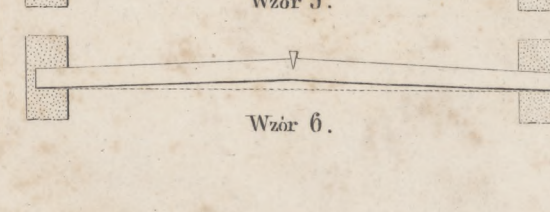
Wzór 1.



Wzór 2.



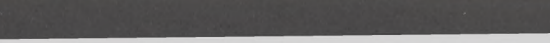
Wzór 3.



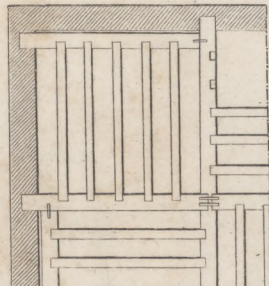
Wzór 4.



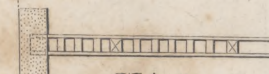
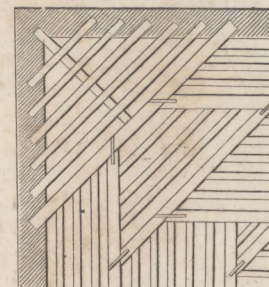
Wzór 5.



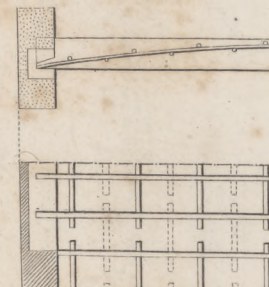
Wzór 6.



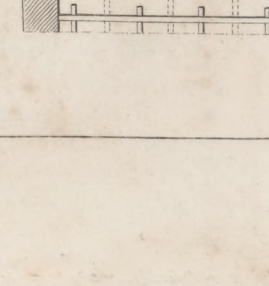
Wzór 7.



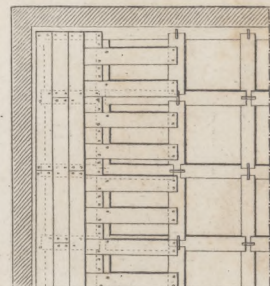
Wzór 9.



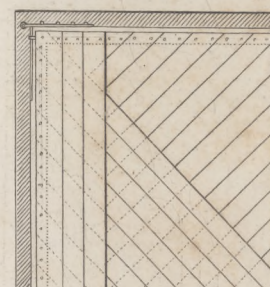
Wzór 10.



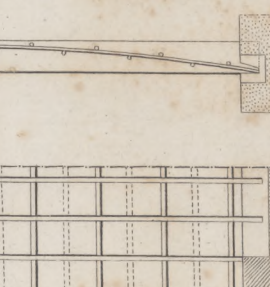
Wzór 11.



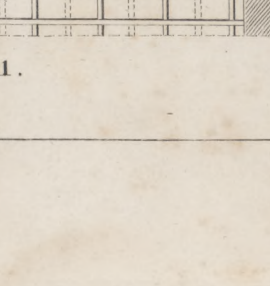
Wzór 12.



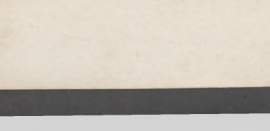
Wzór 13.



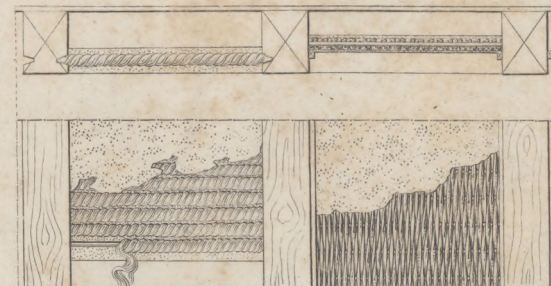
Wzór 14.



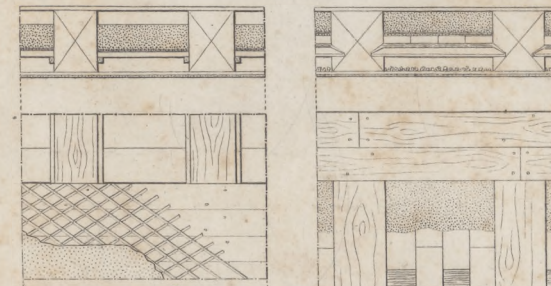
Wzór 15.



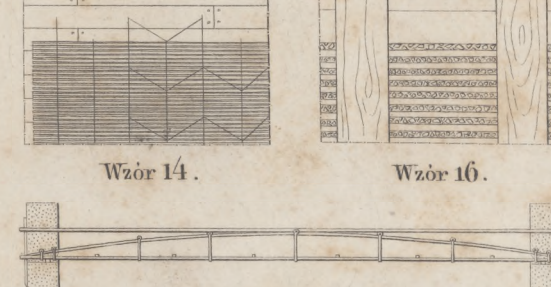
Wzór 16.



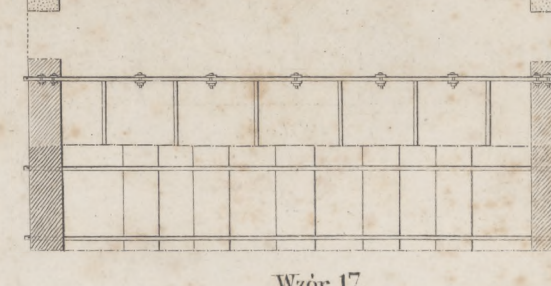
Wzór 17.



Wzór 18.

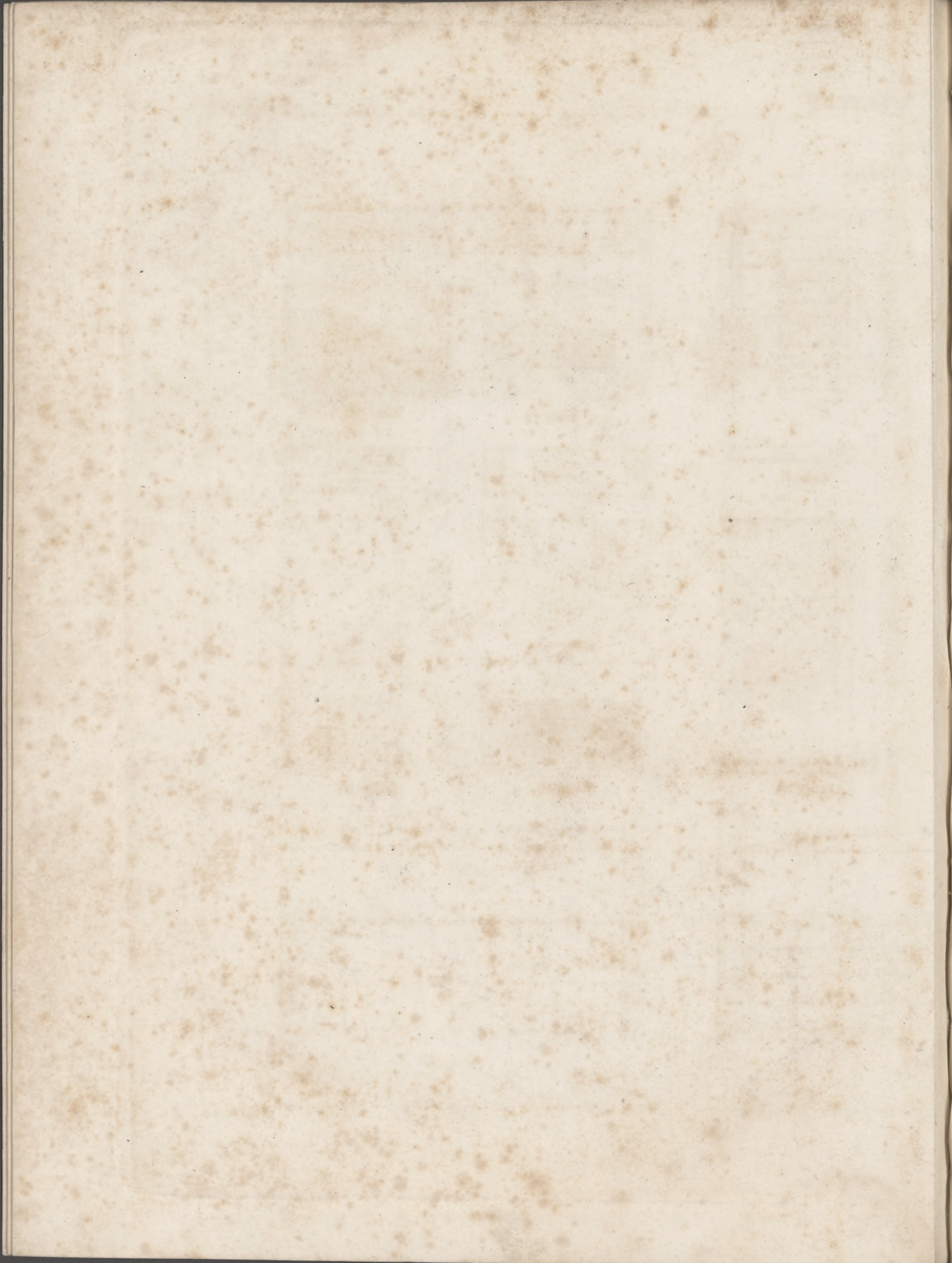


Wzór 19.

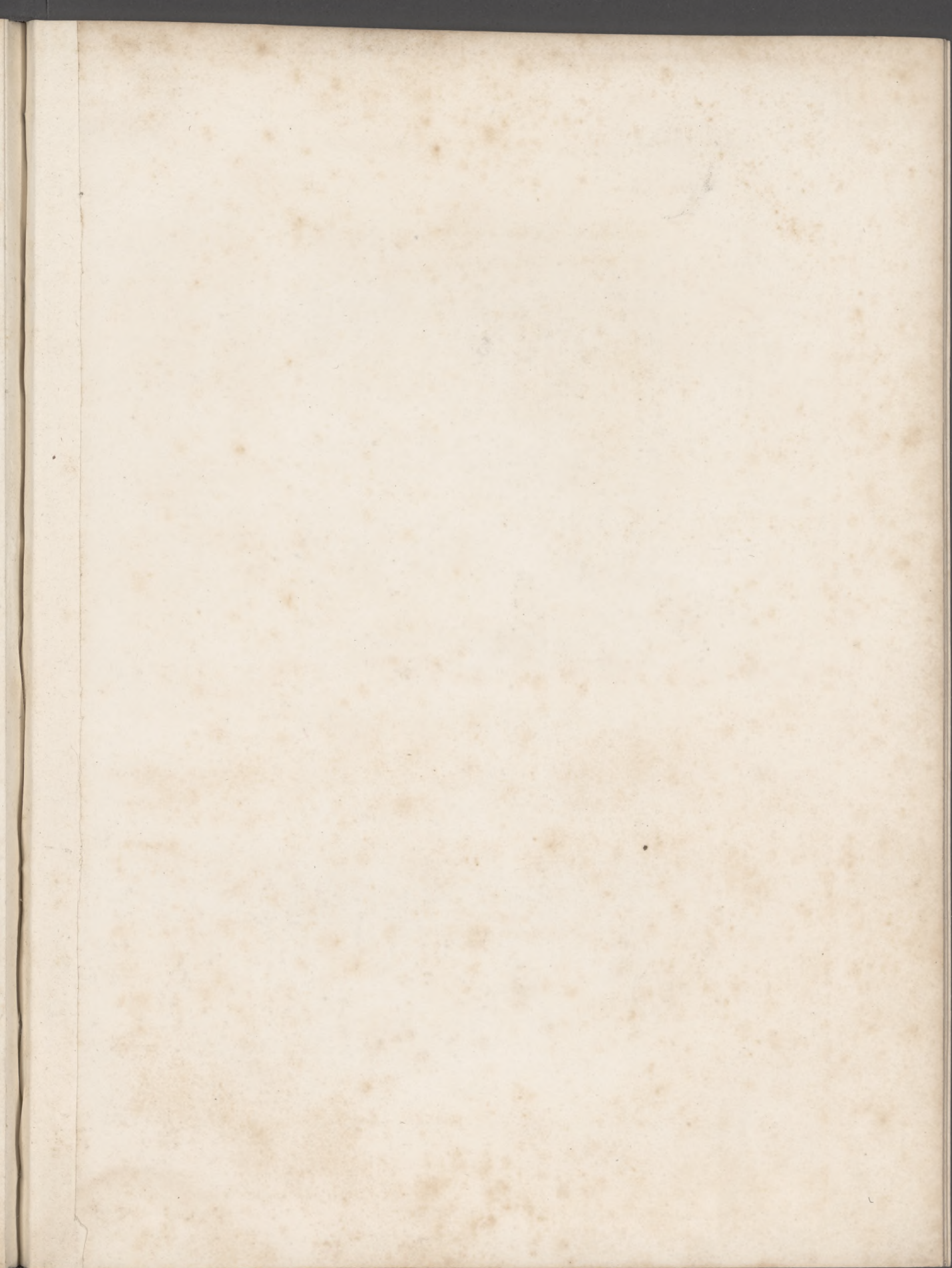


Wzór 20.



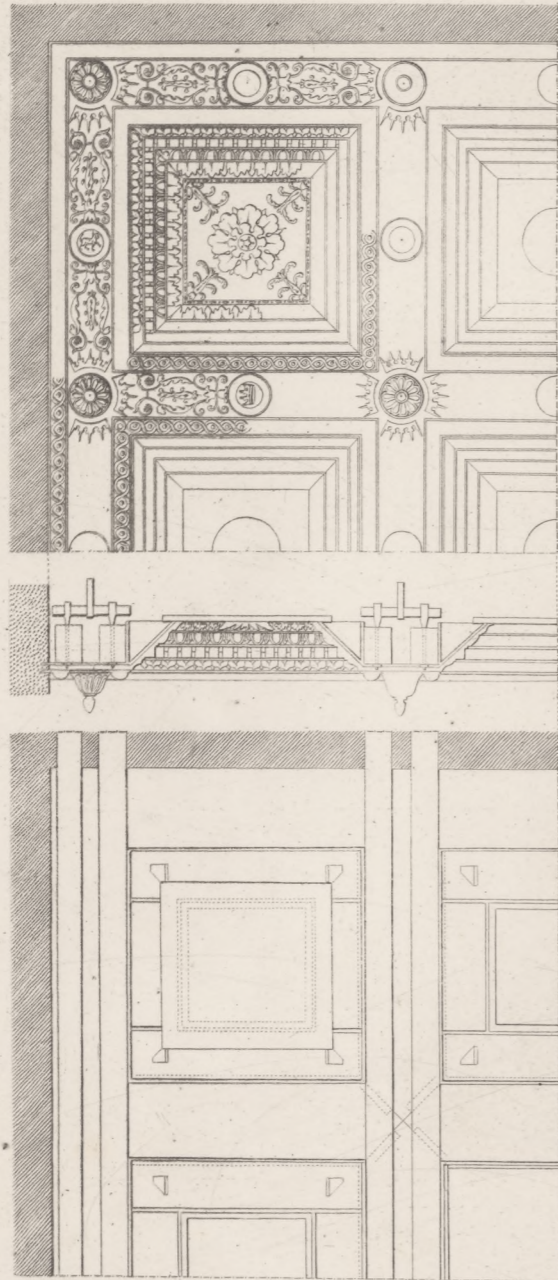






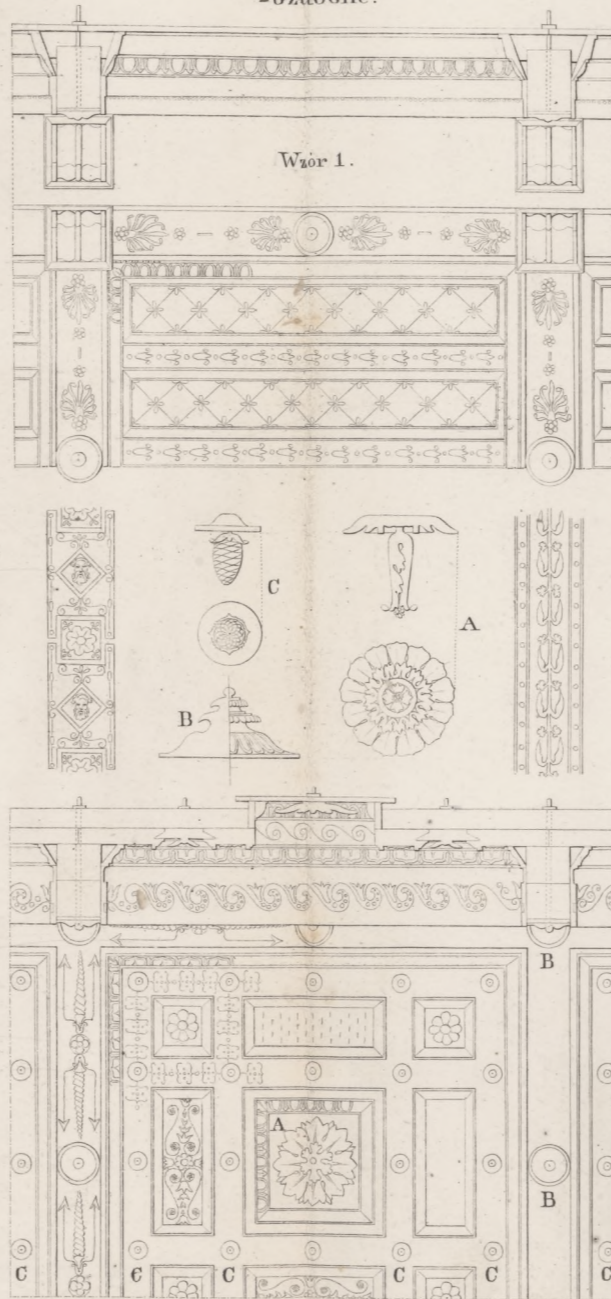


Stropy-  
-ozdobne.



Wzór 3.

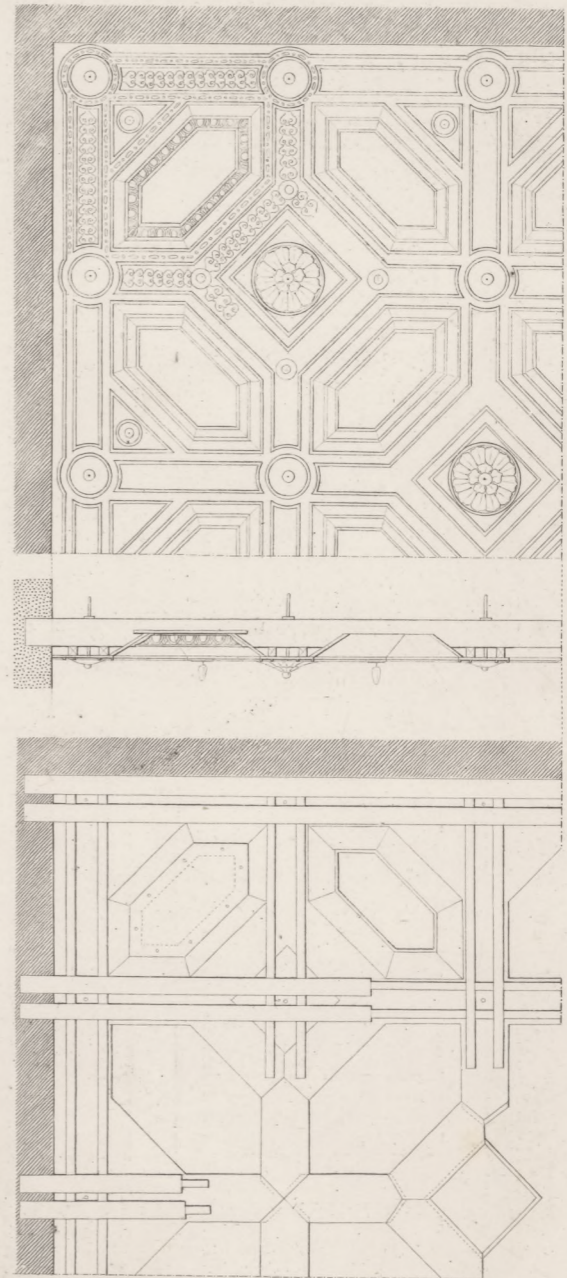
Ryż. Jul. Gress.



Wzór 1.

Wzór 2.

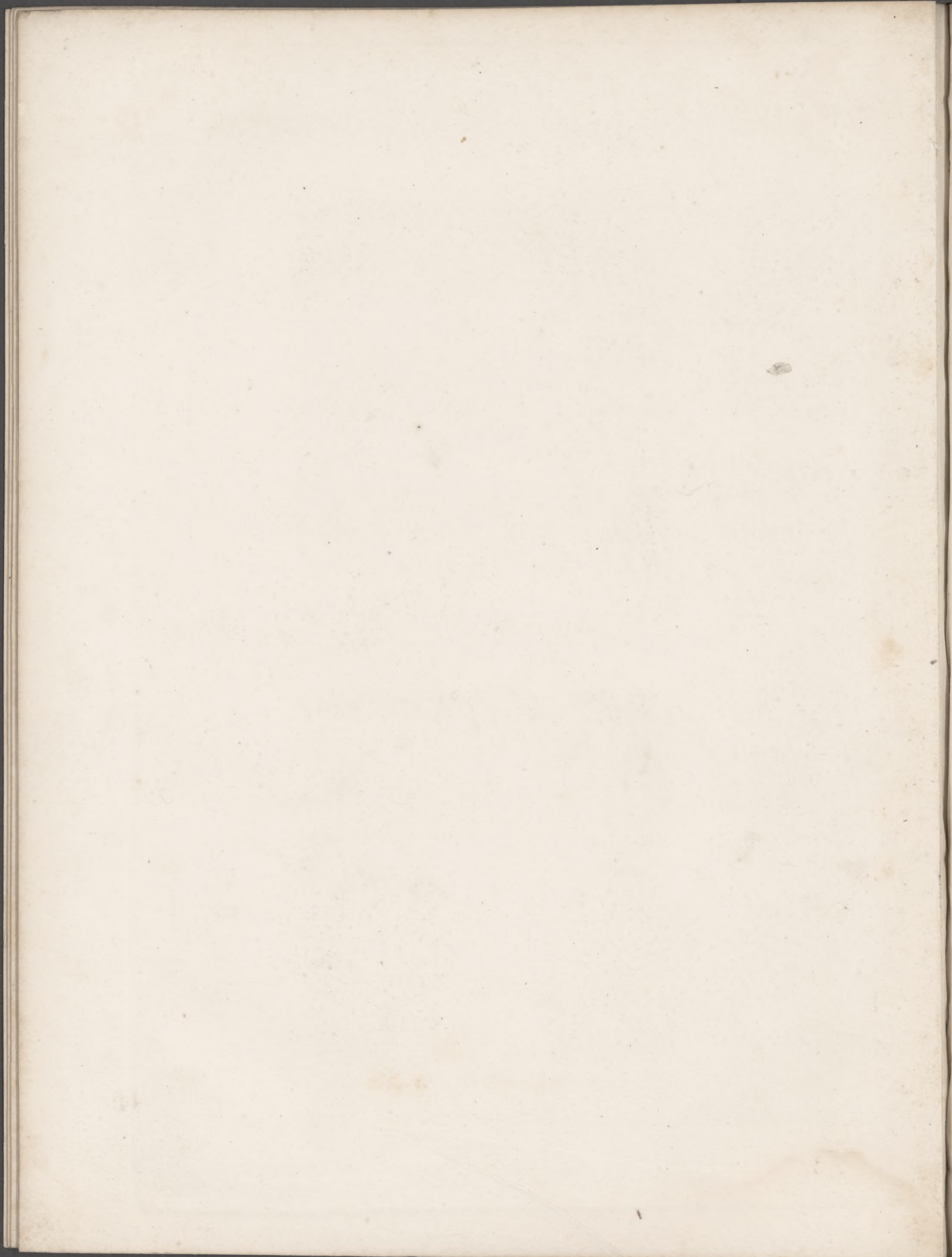
Wino.



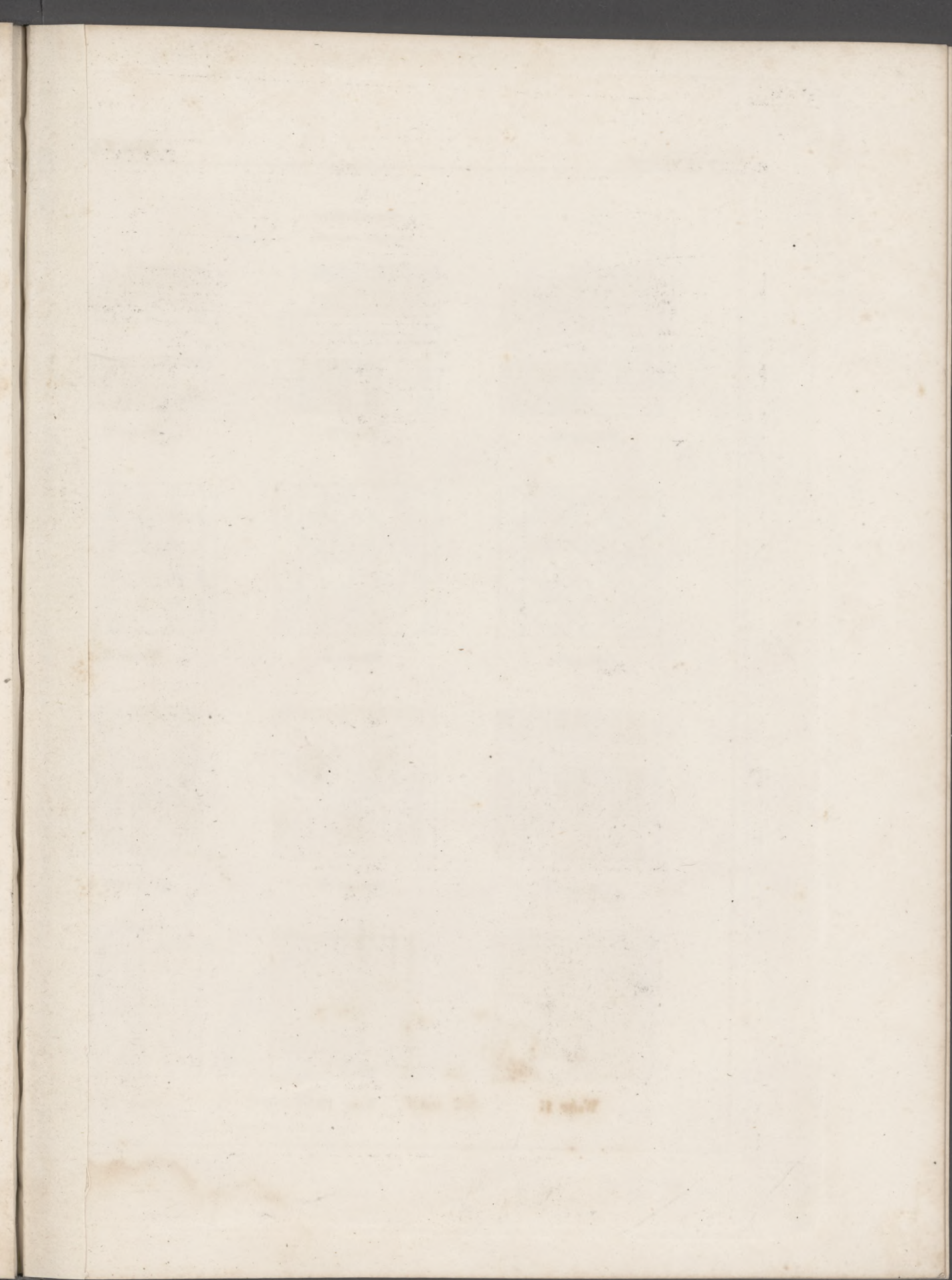
Wzór 4.

Ryż. F. Lehmann.









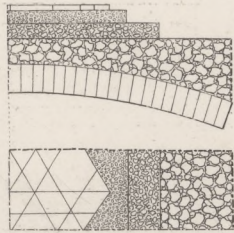


-kamienne.  
starożytnie rzymskie.

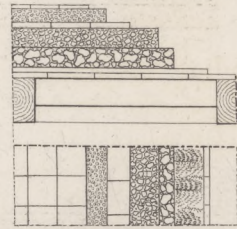
Tła-

-drewniane.

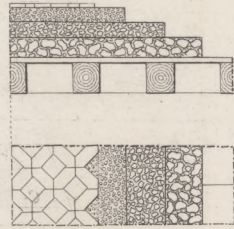
Podłogi.



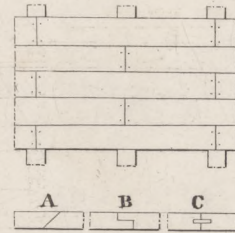
Wzór 1.



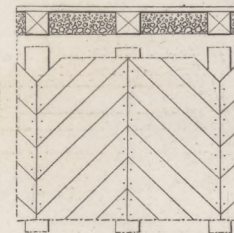
Wzór 2.



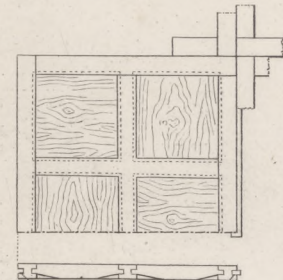
Wzór 3.



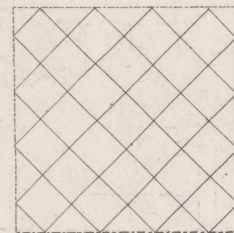
Wzór 14.



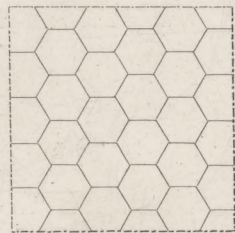
Wzór 15.



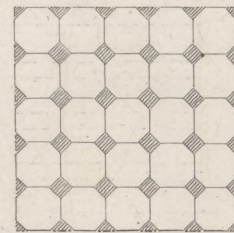
Wzór 16.



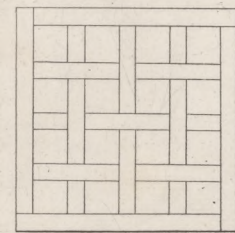
Wzór 4.



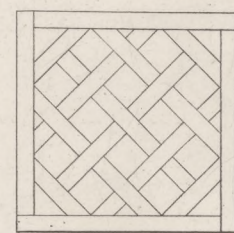
Wzór 5.



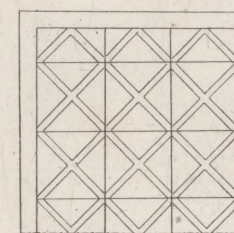
Wzór 6.



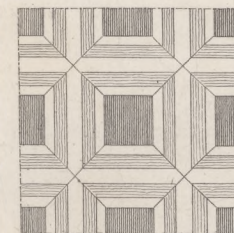
Wzór 17.



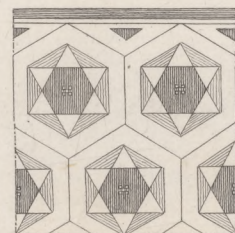
Wzór 18.



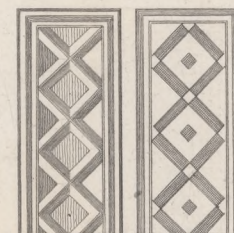
Wzór 19.



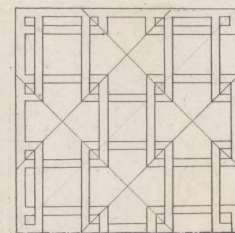
Wzór 7.



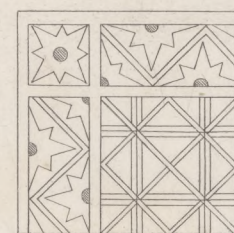
Wzór 8.



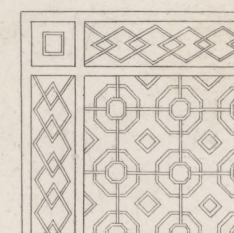
9. 10.



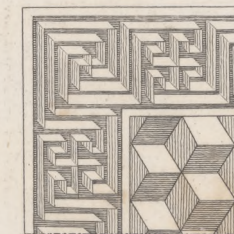
Wzór 20.



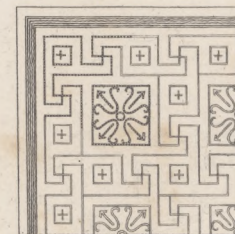
Wzór 21.



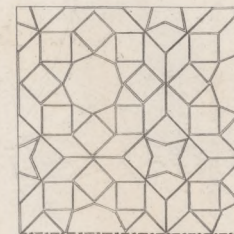
Wzór 22.



Wzór 11.



Wzór 12.



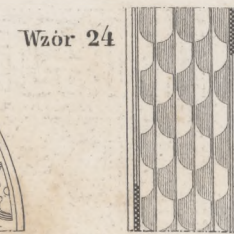
Wzór 13.



Wzór 23.



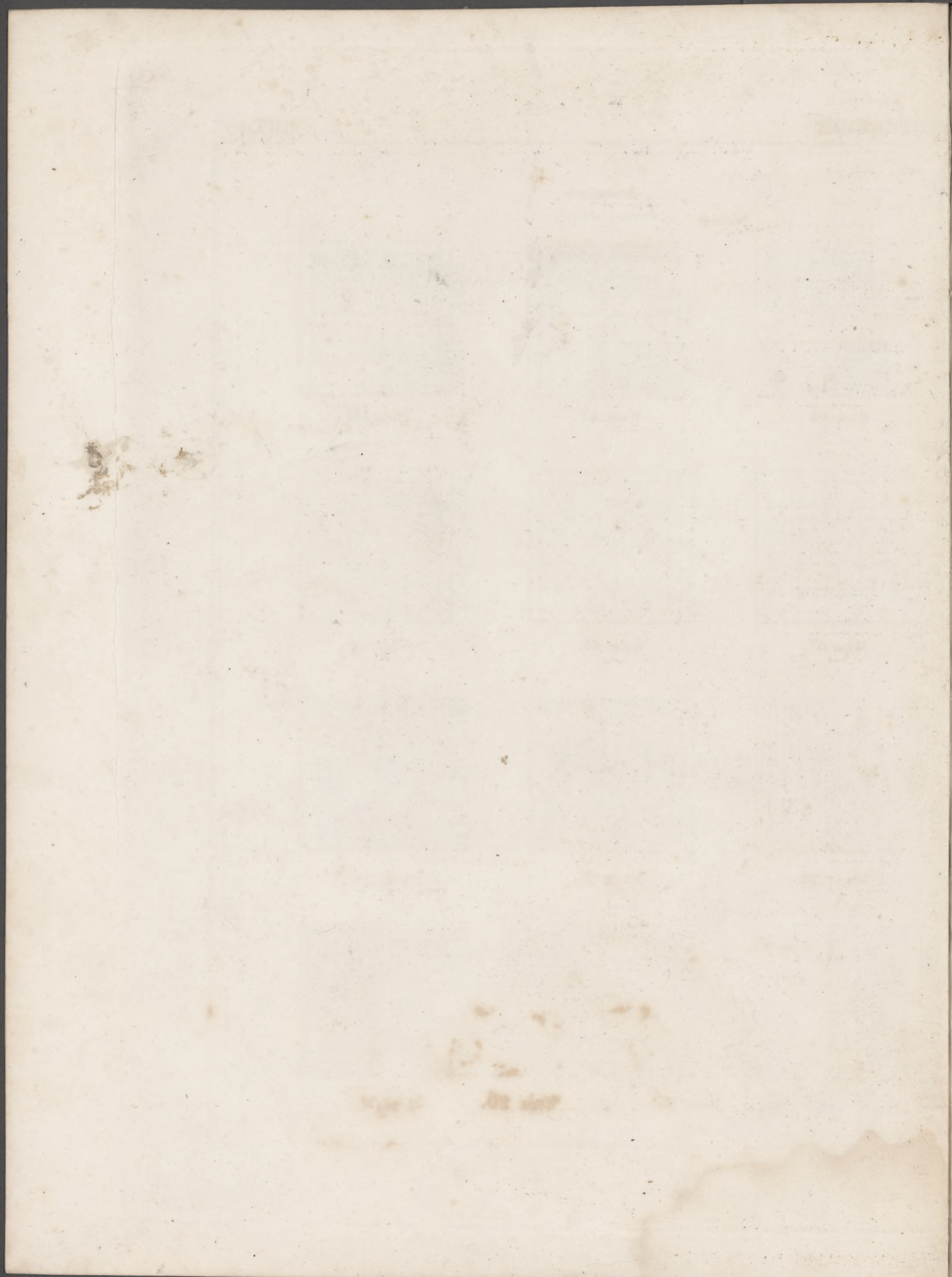
Wzór 25.



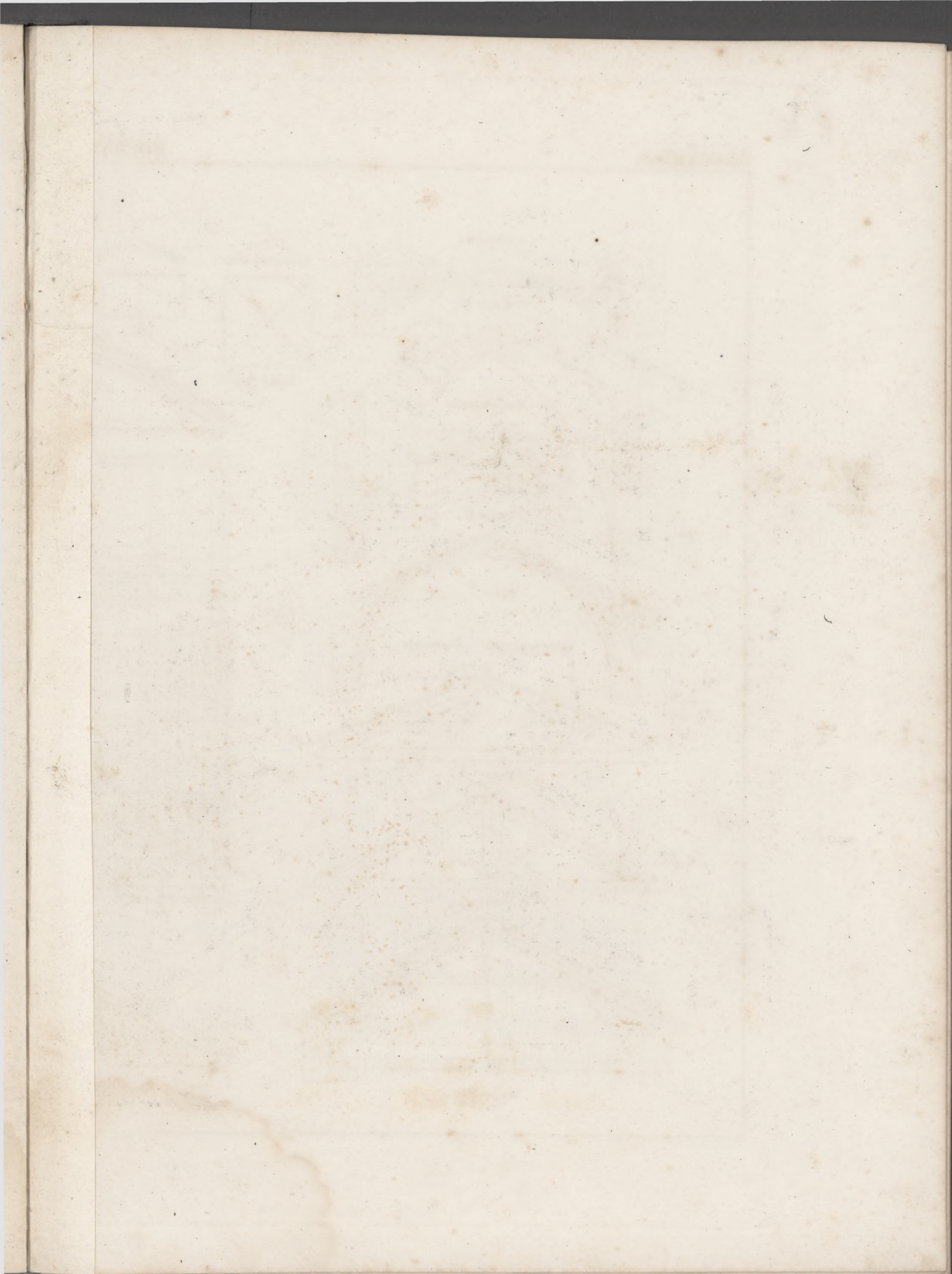
Wzór 24

Wzór 26.



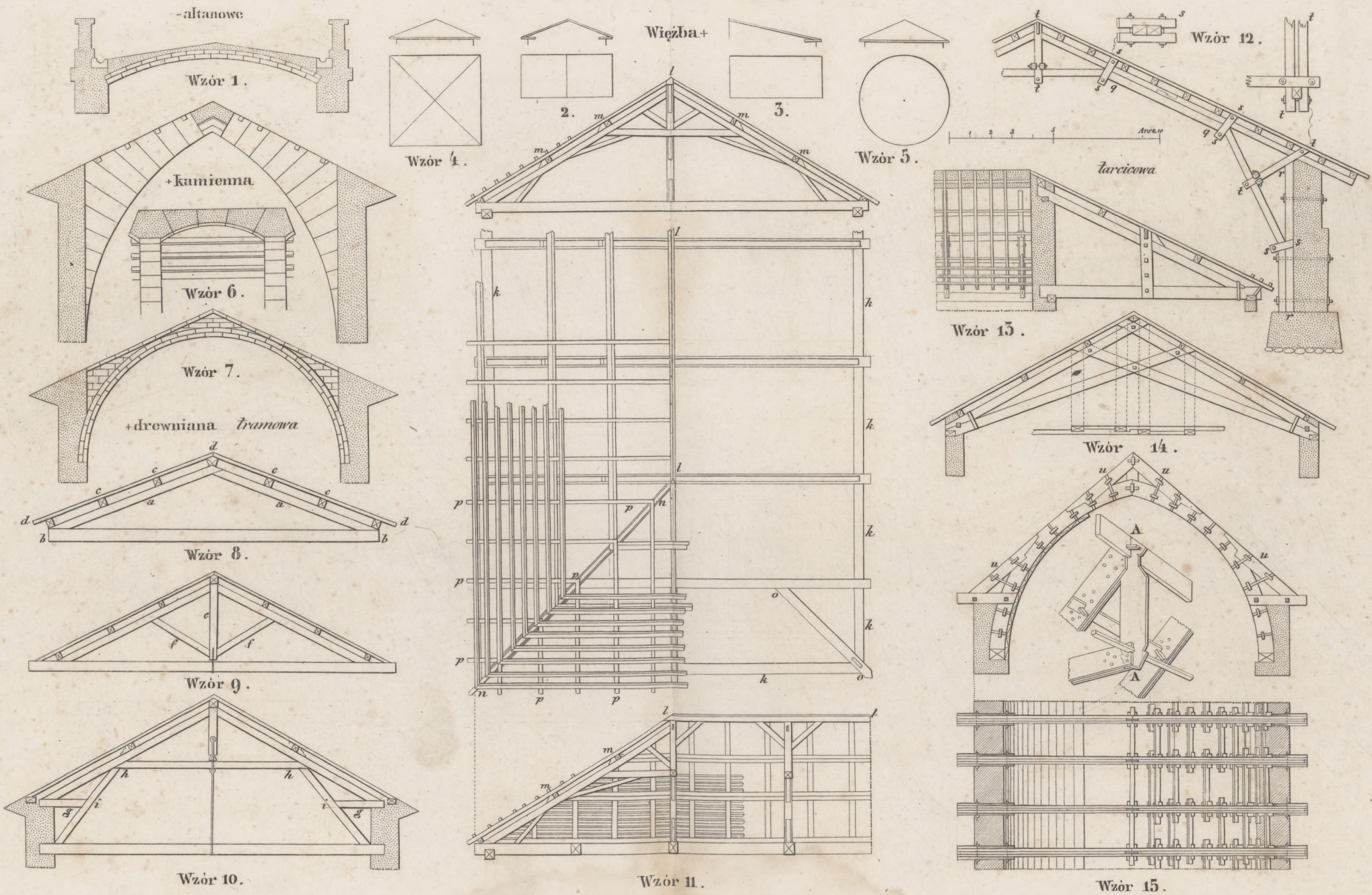




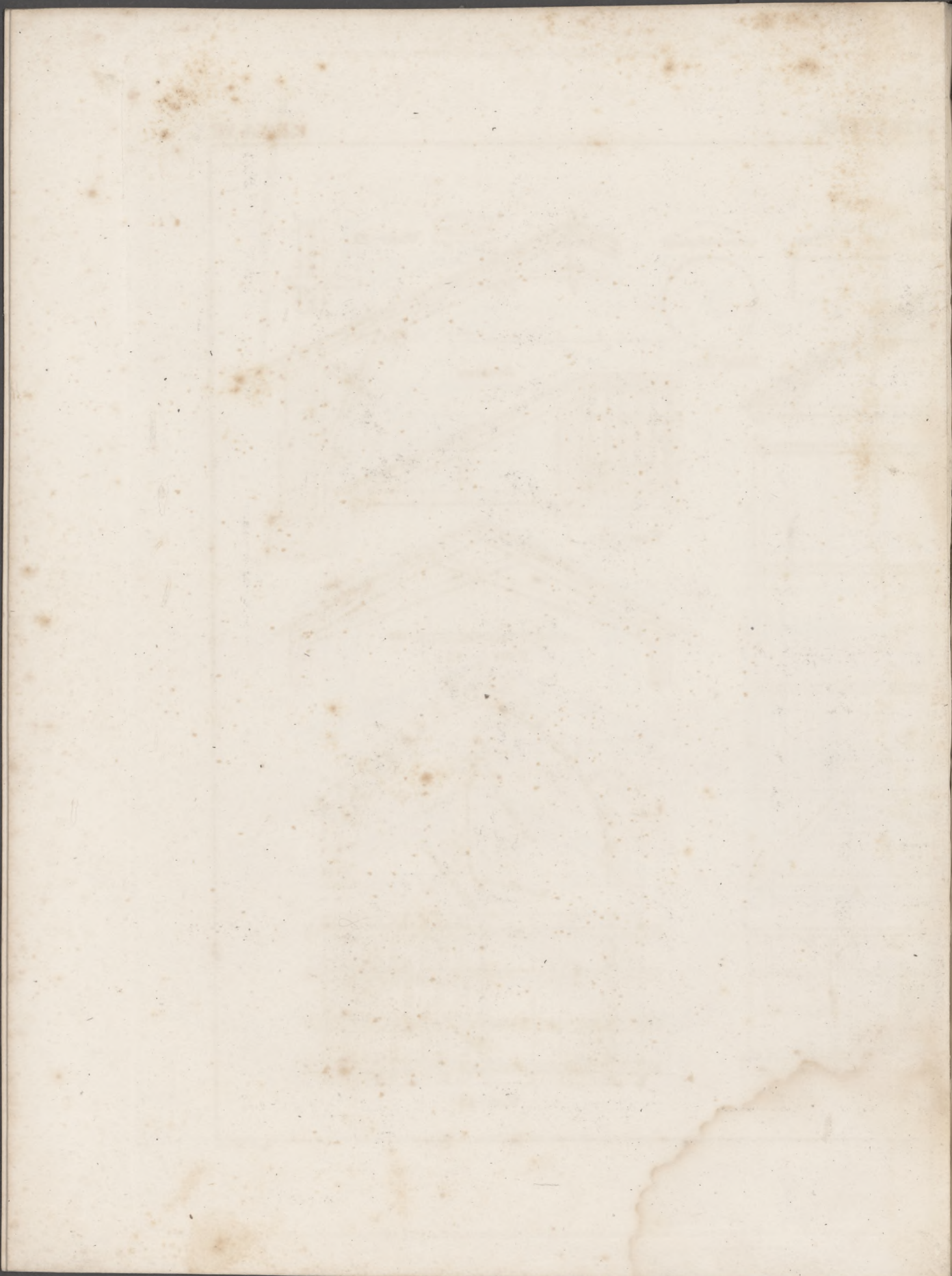




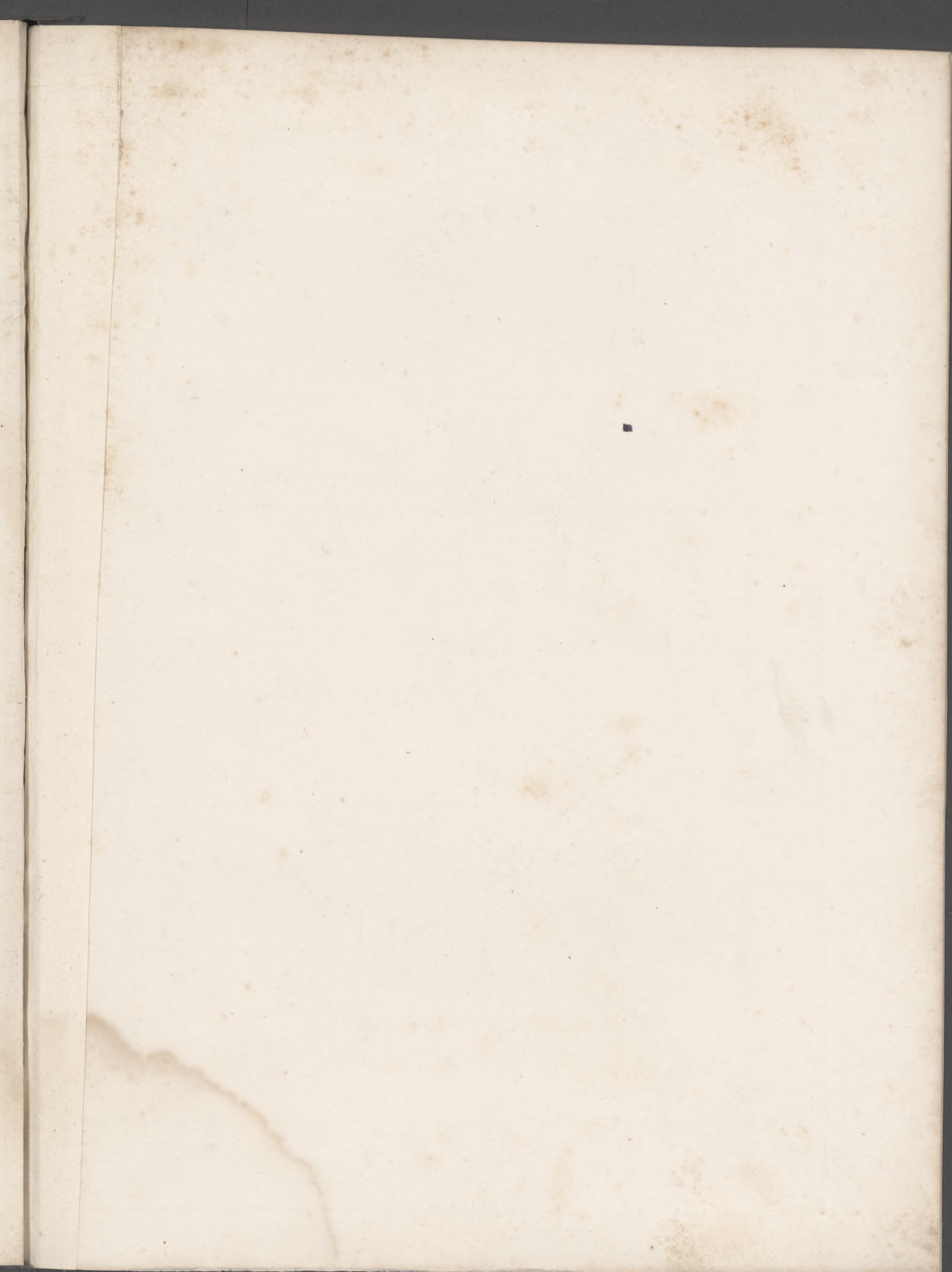
Dachy -





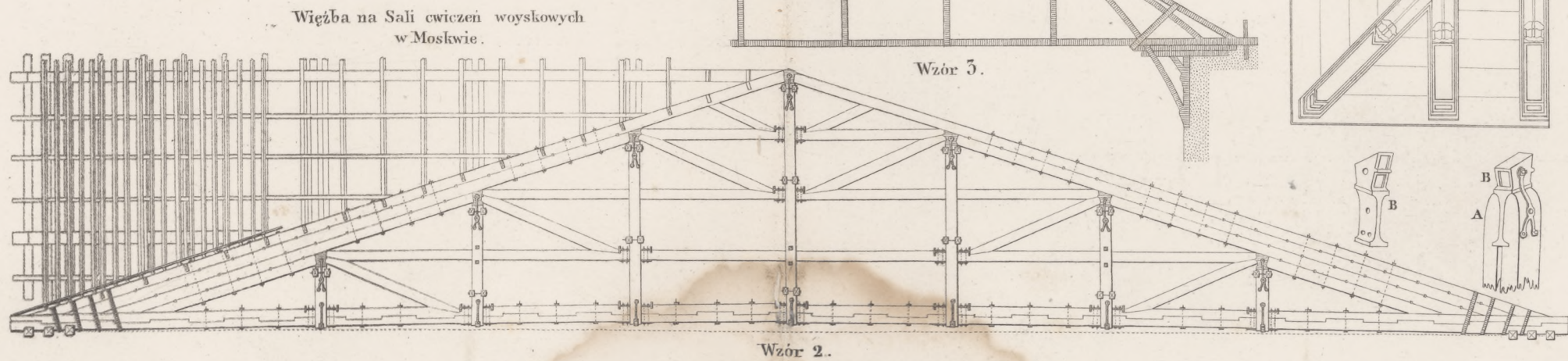
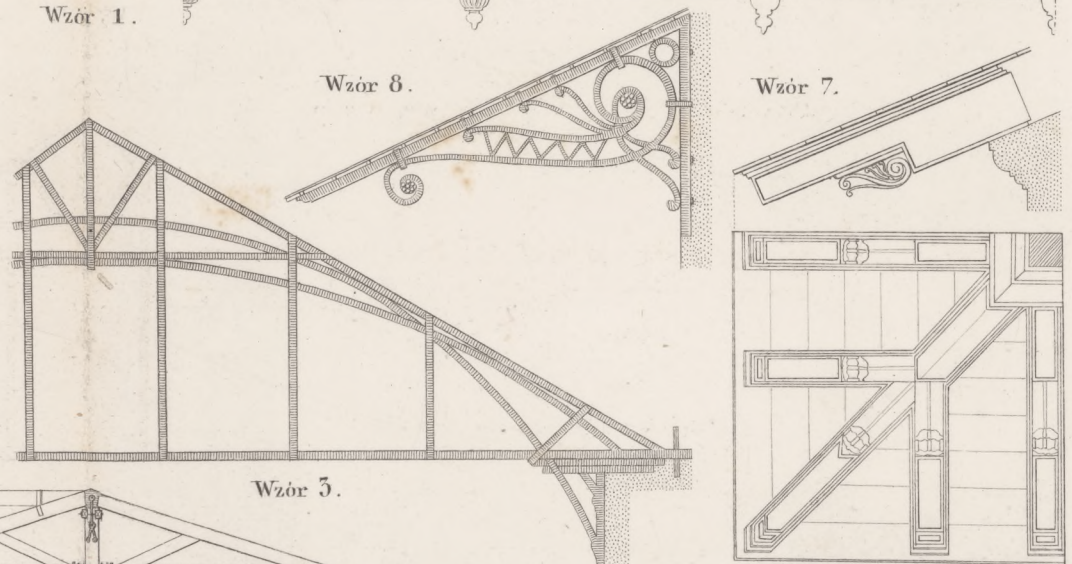
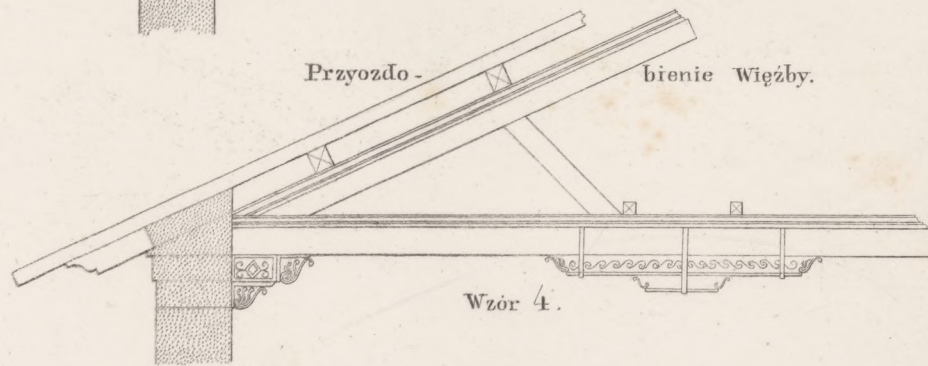
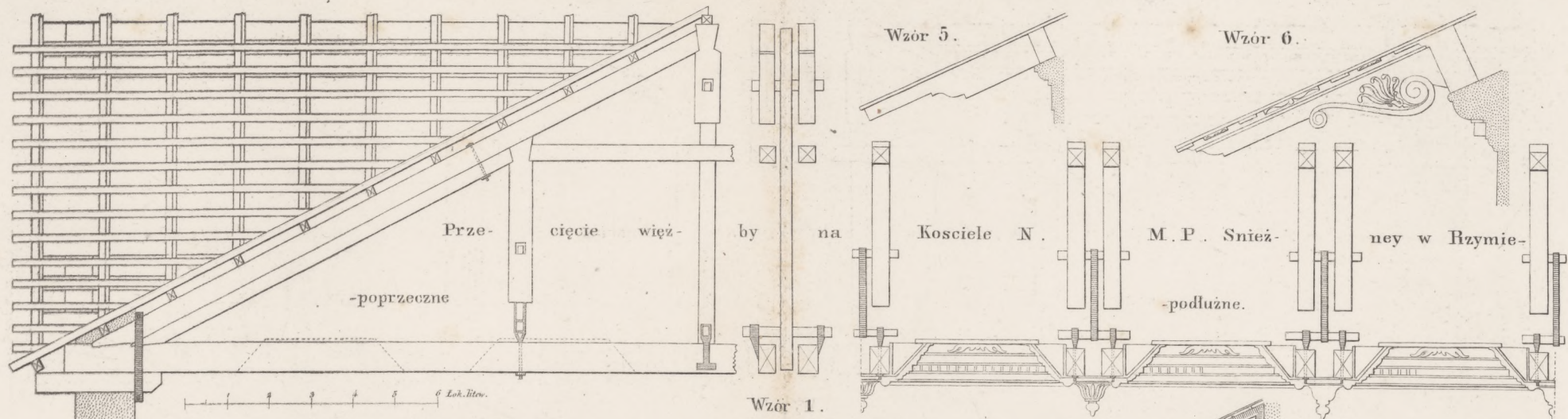






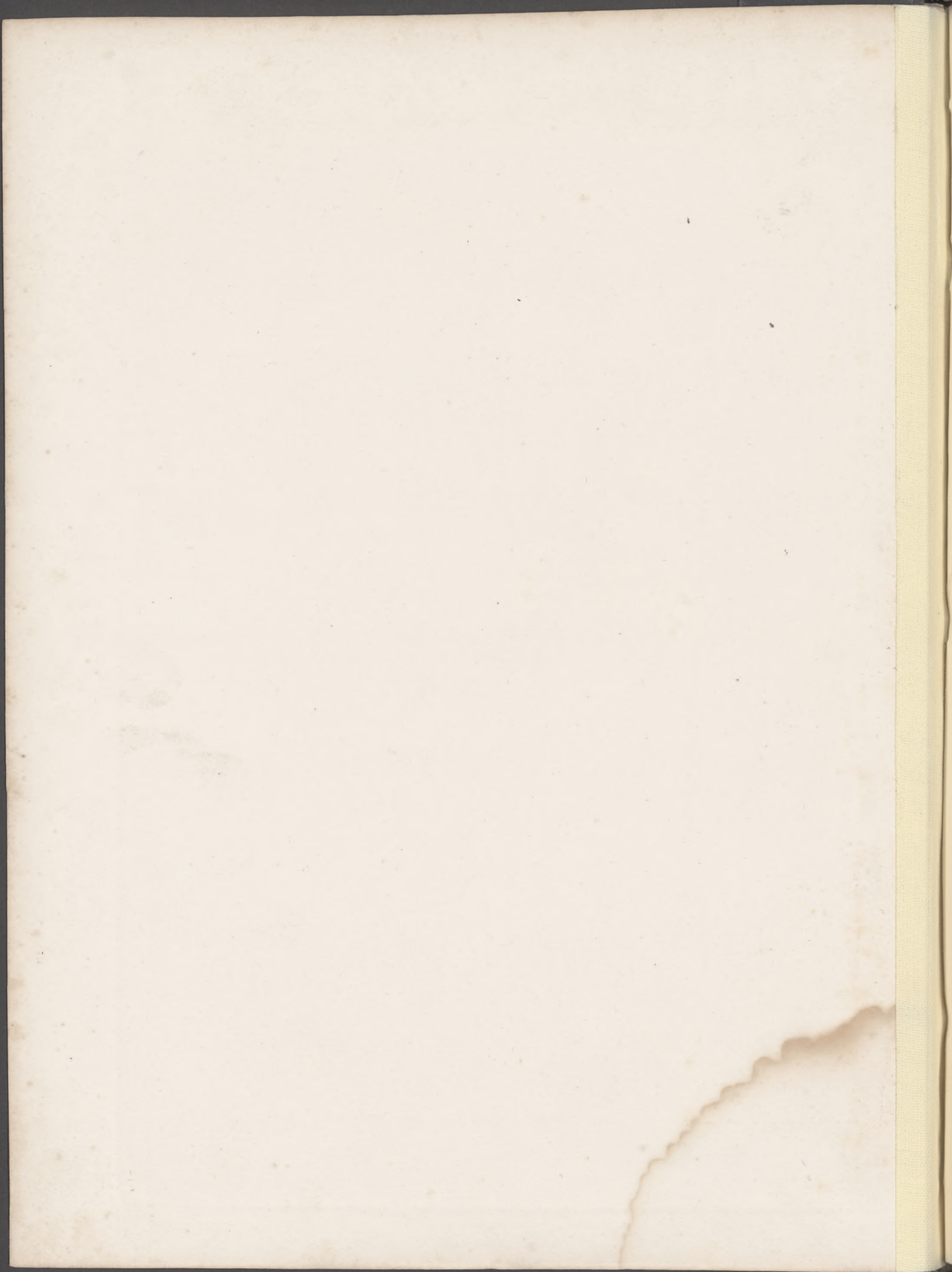


Dachy

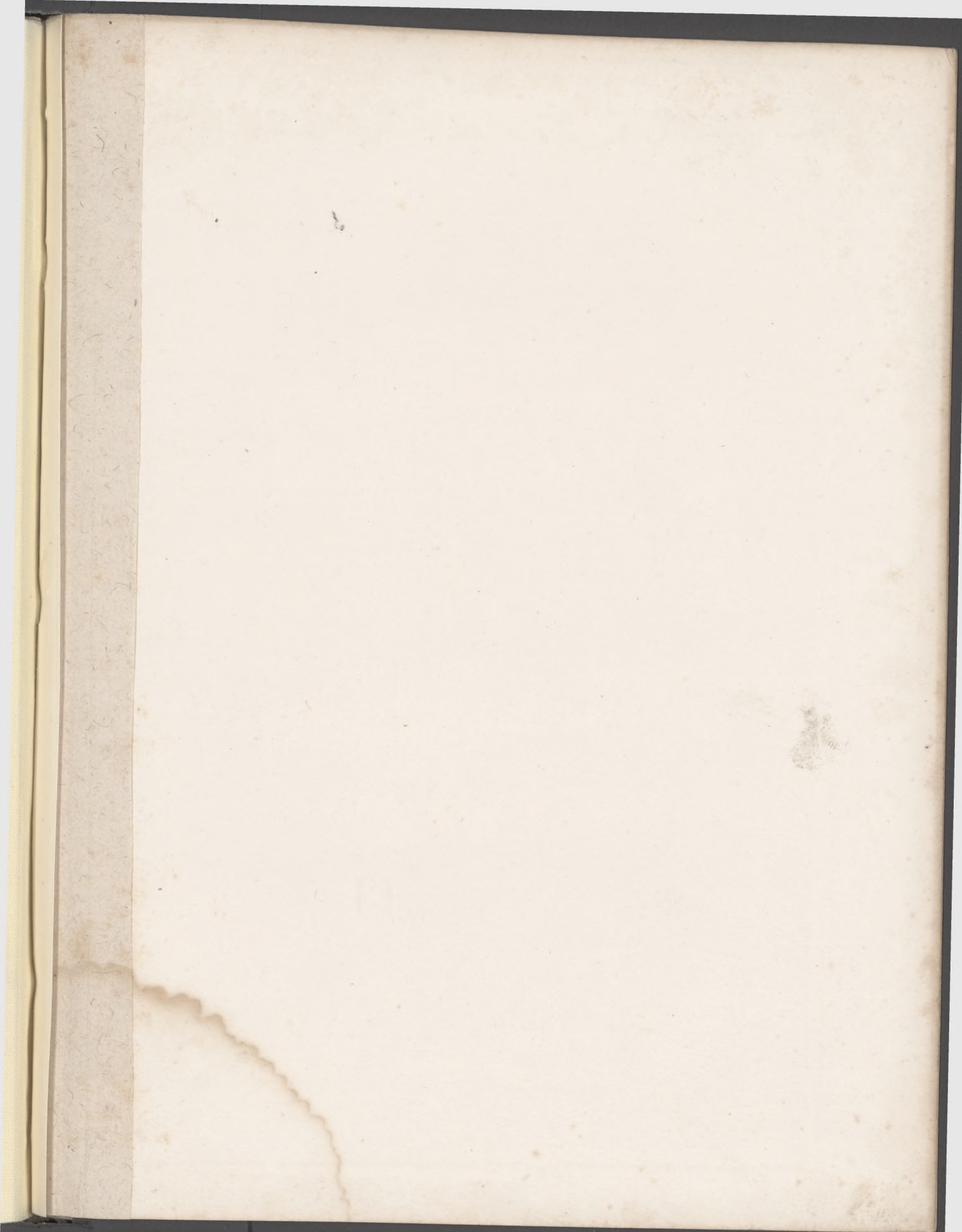


1 2 3 4 5 10 15 20 Lok. litow. Wilno.





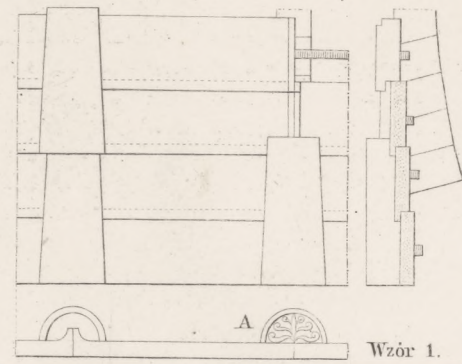




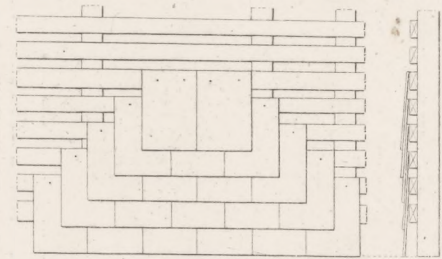


Dachy  
Krycie-

-kamienne

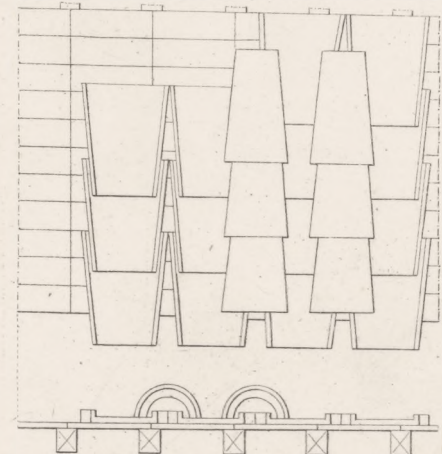


Wzór 1.

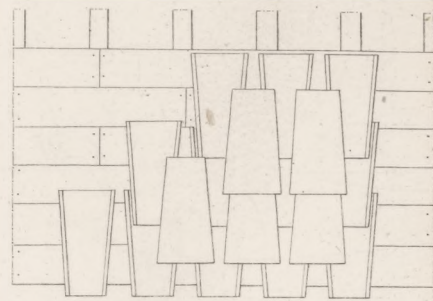


Wzór 2.

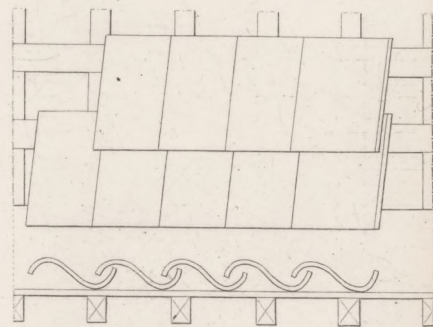
-dachówkowe



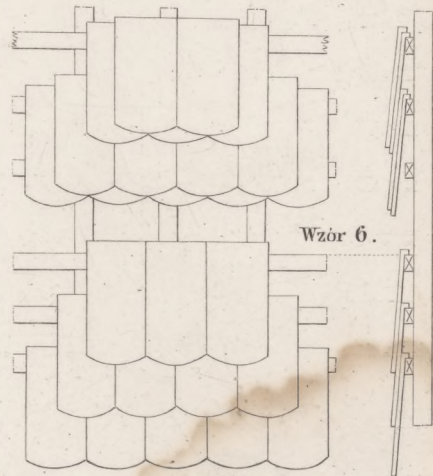
Wzór 3.



Wzór 4.

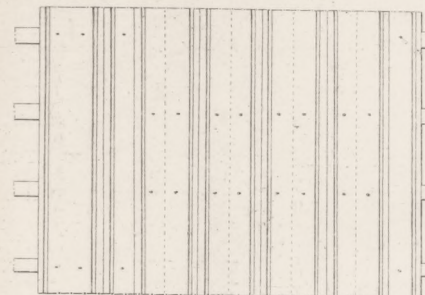


Wzór 5.

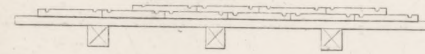


Wzór 6.

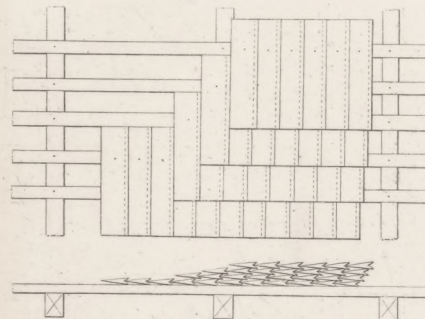
-tarcicowe



Wzór 7.

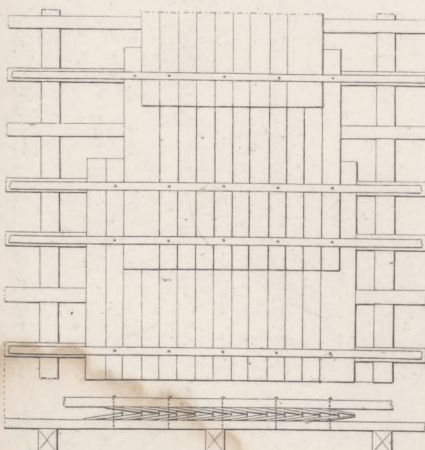


-gontowe



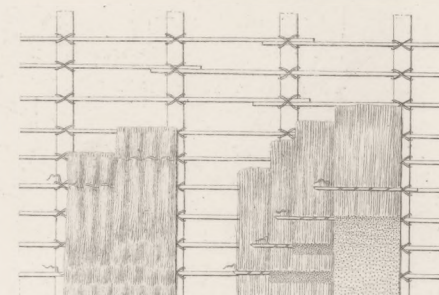
Wzór 8.

-dranicowe

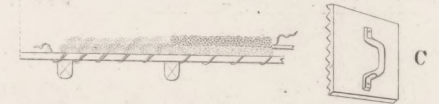


Wzór 9.

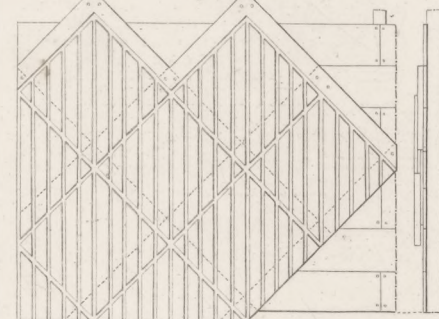
-słomiane



Wzór 10.

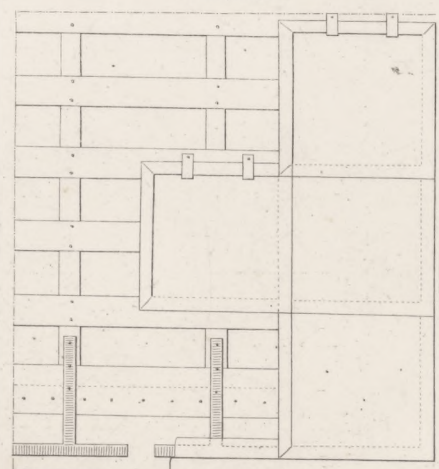


-spizowe



Wzór 11.

-blaszane

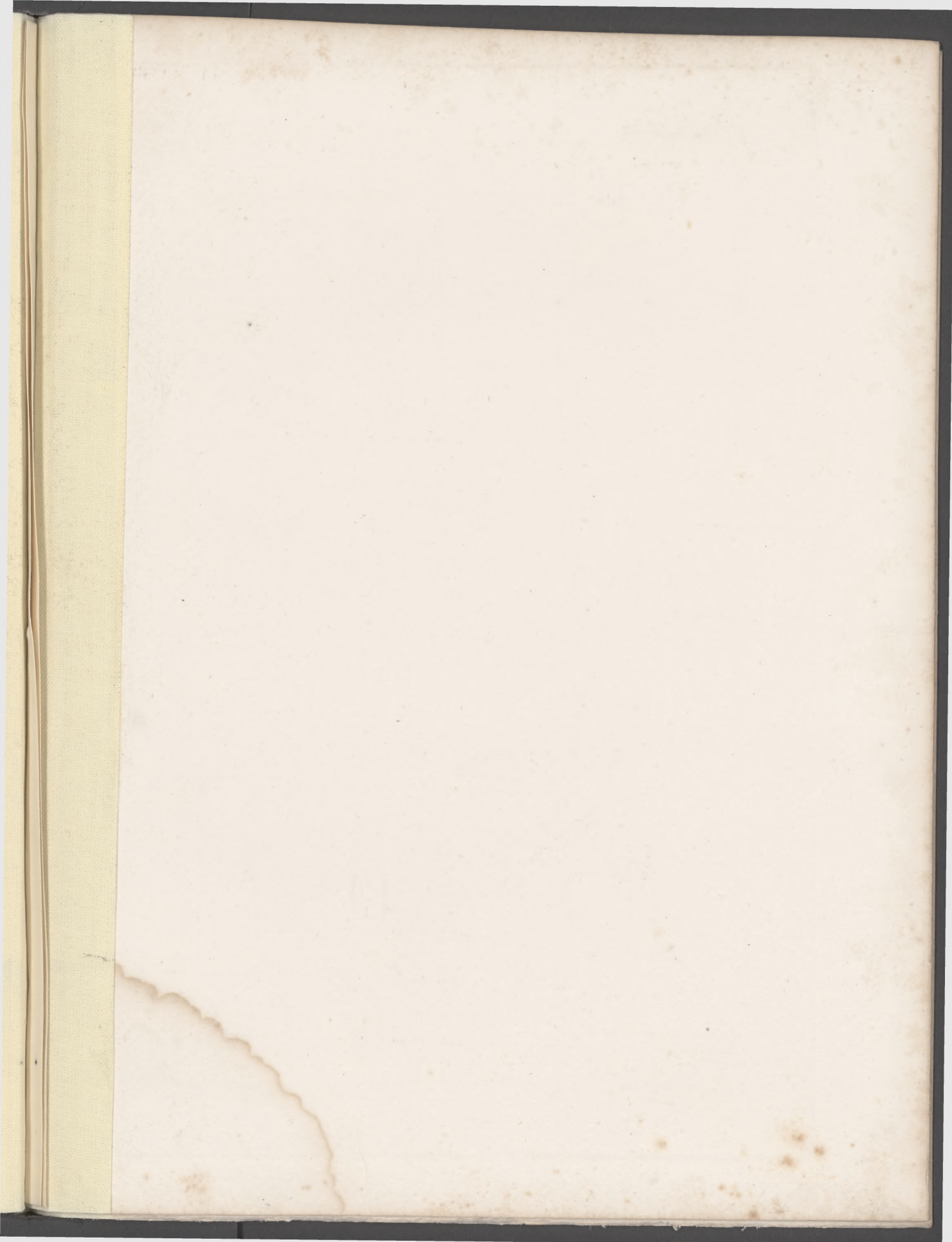


Wzór 12.











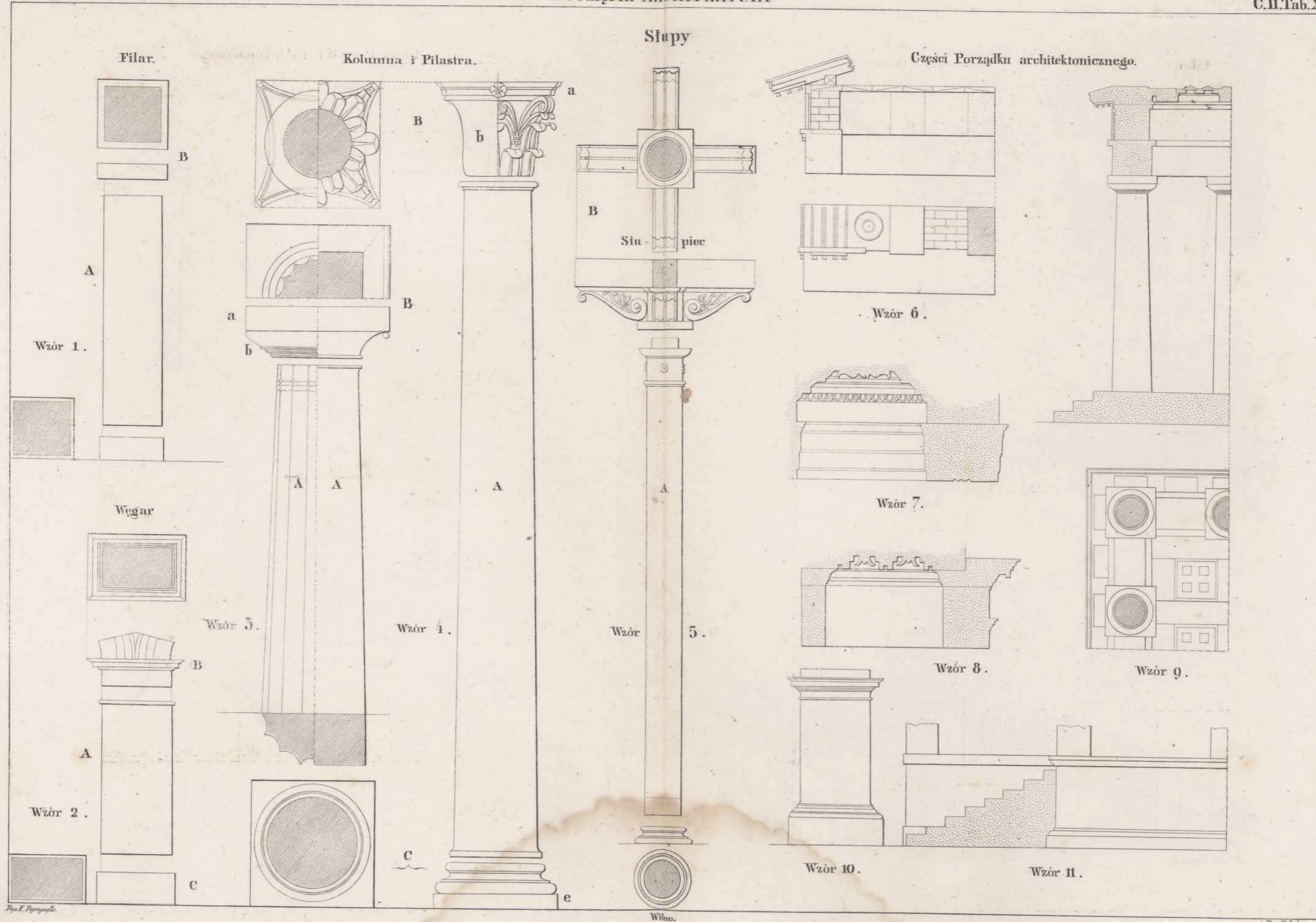
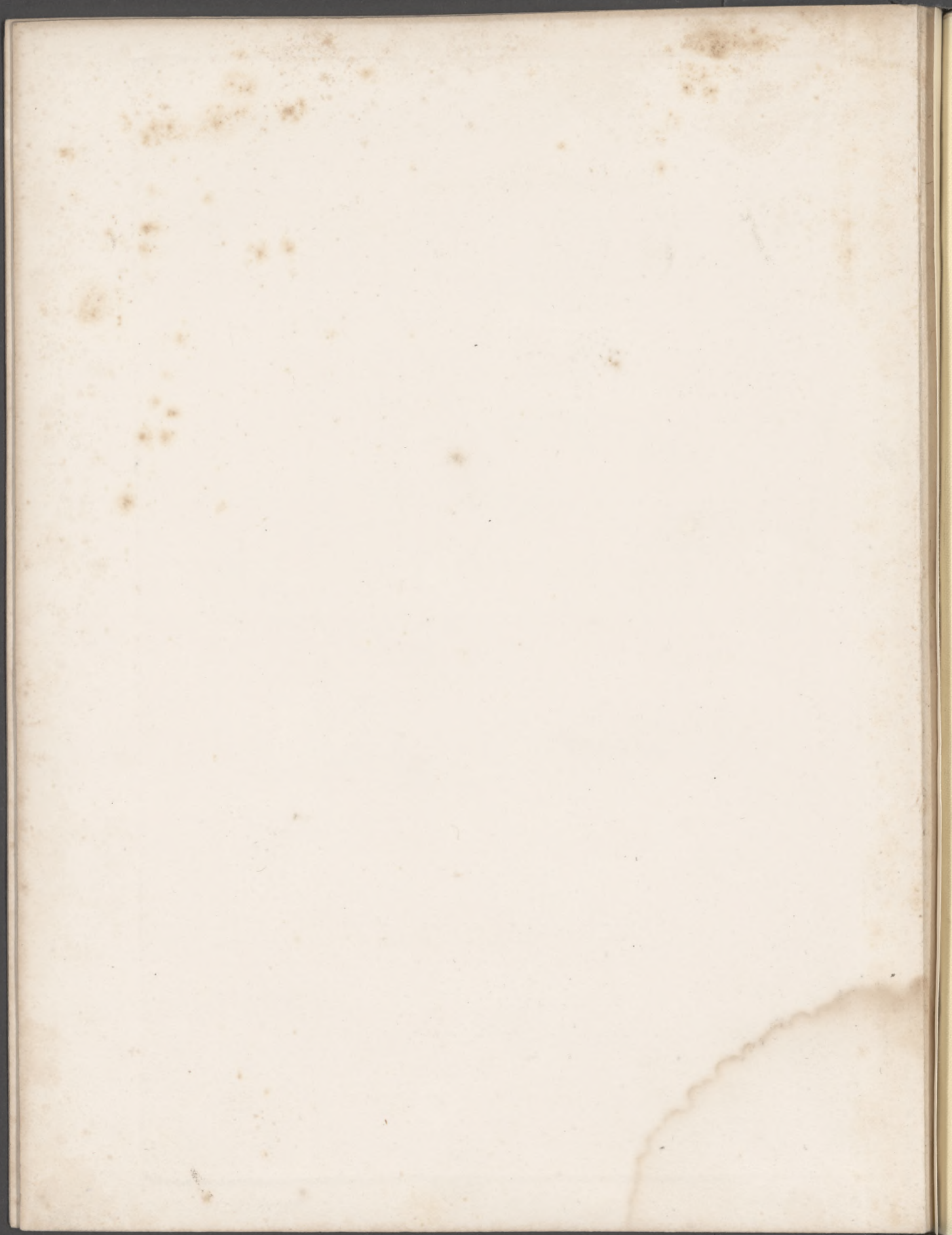


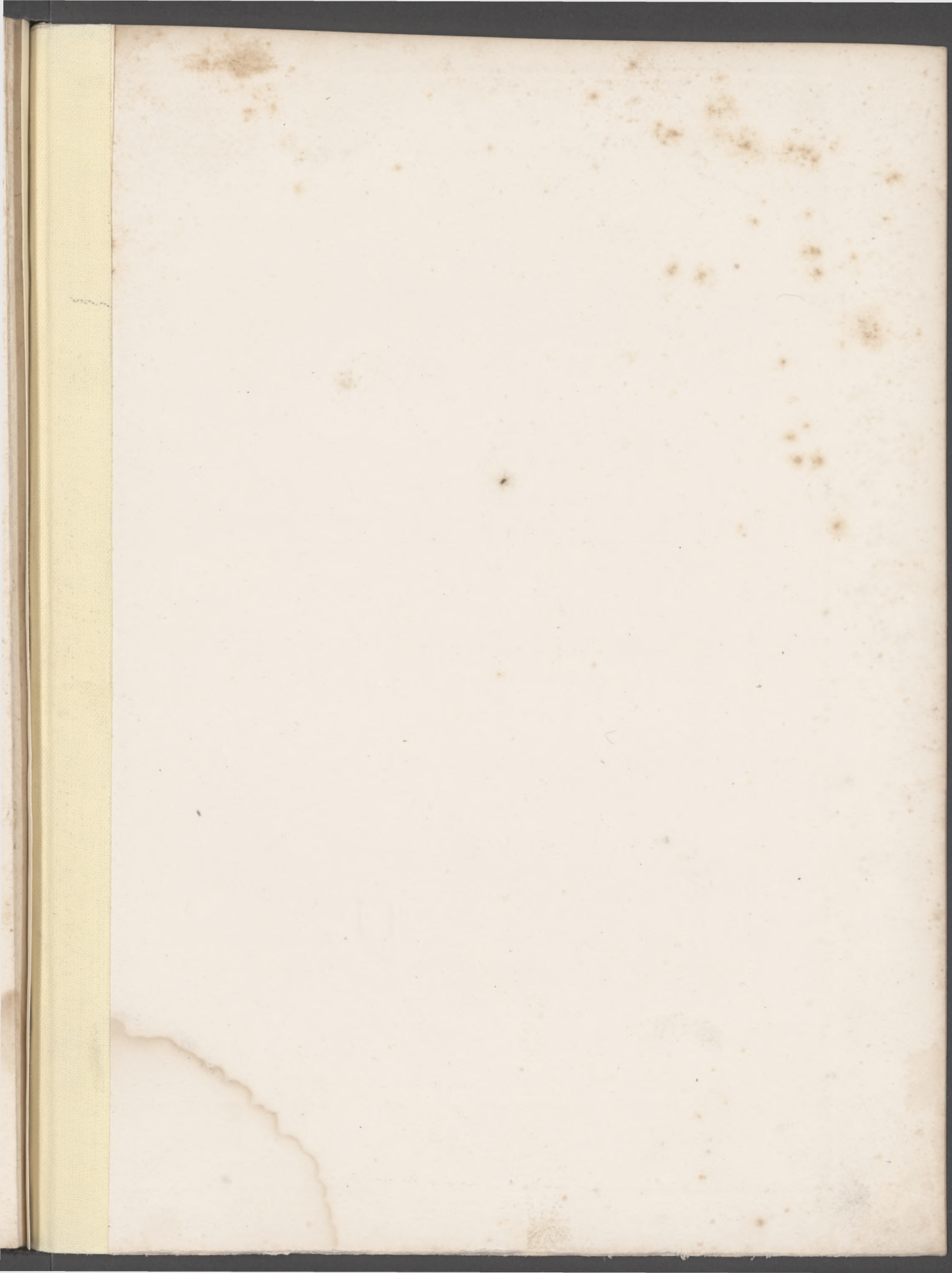
Fig. E. Hymanski.

Fig. F. Lehmann.









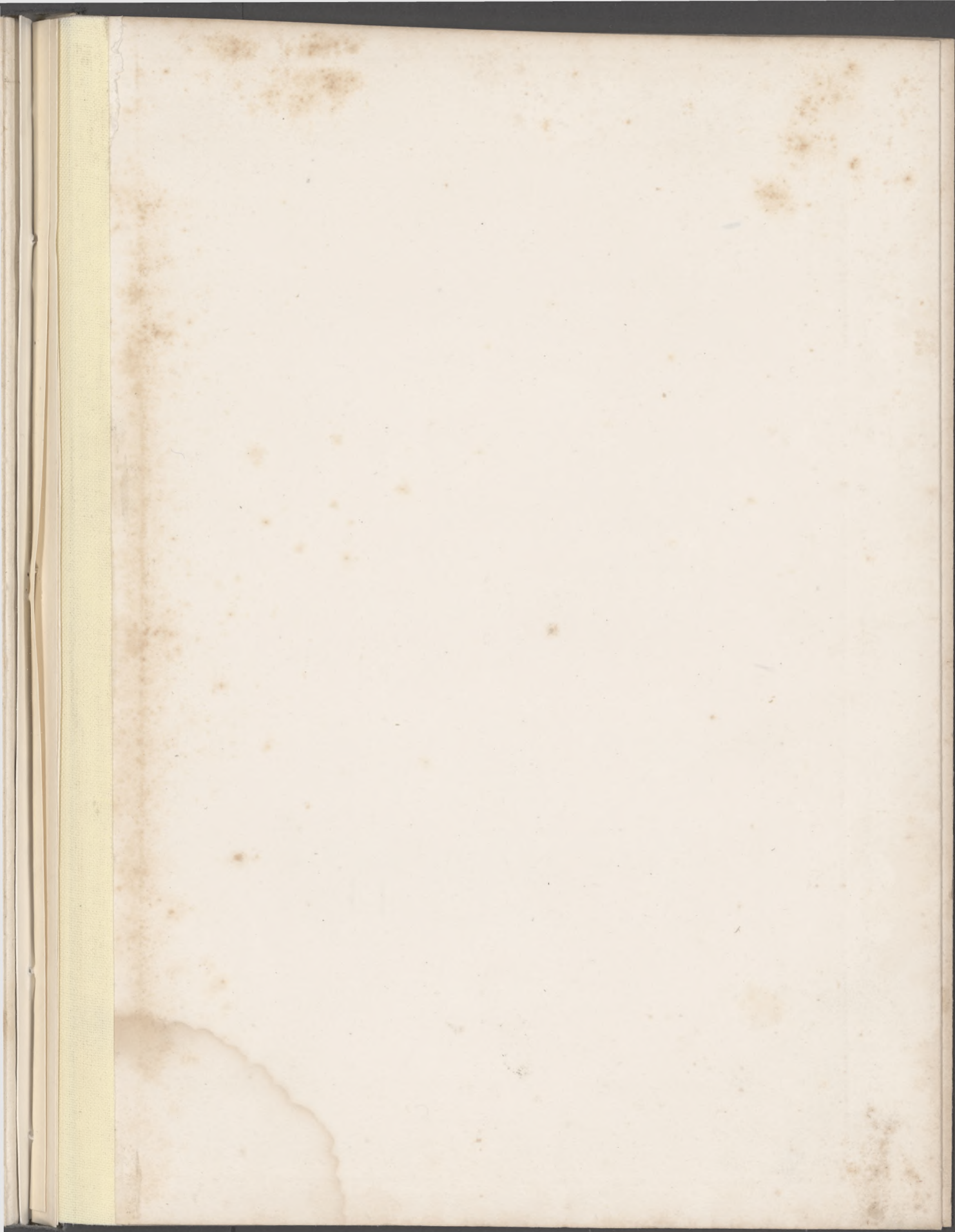








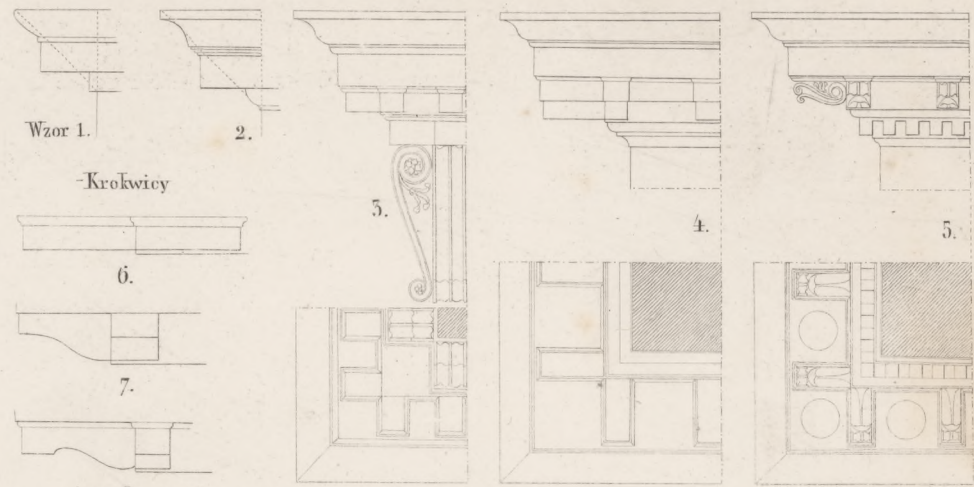




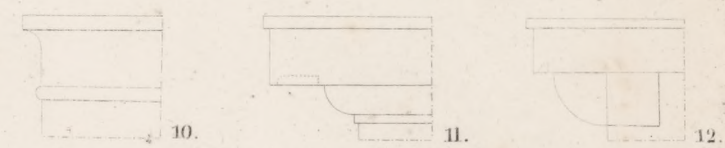


Kroje-

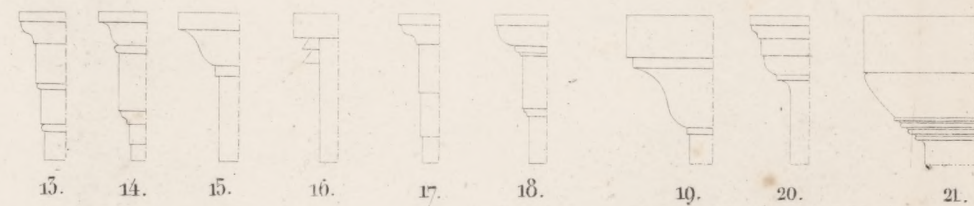
-Krainika



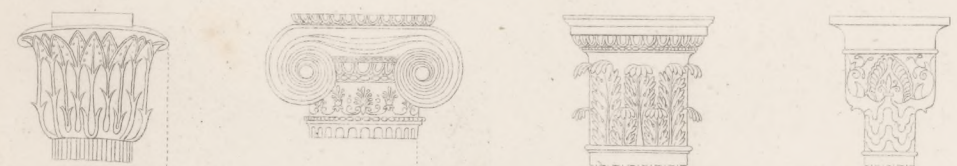
-Wicka



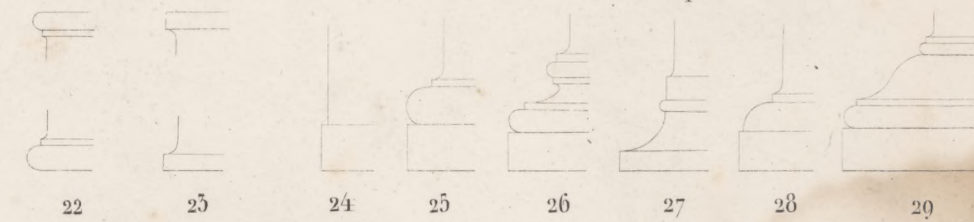
-Platwy



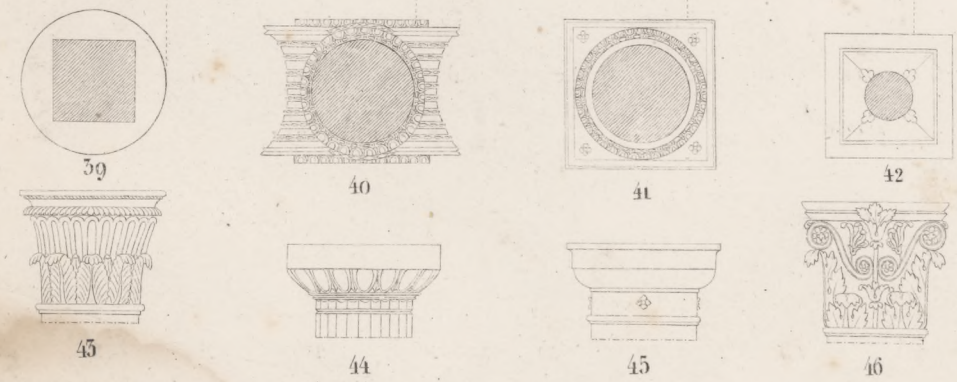
-Głowicy



-Trzonu



-Podstawy słupa



Ozdoby-

-Cząstek



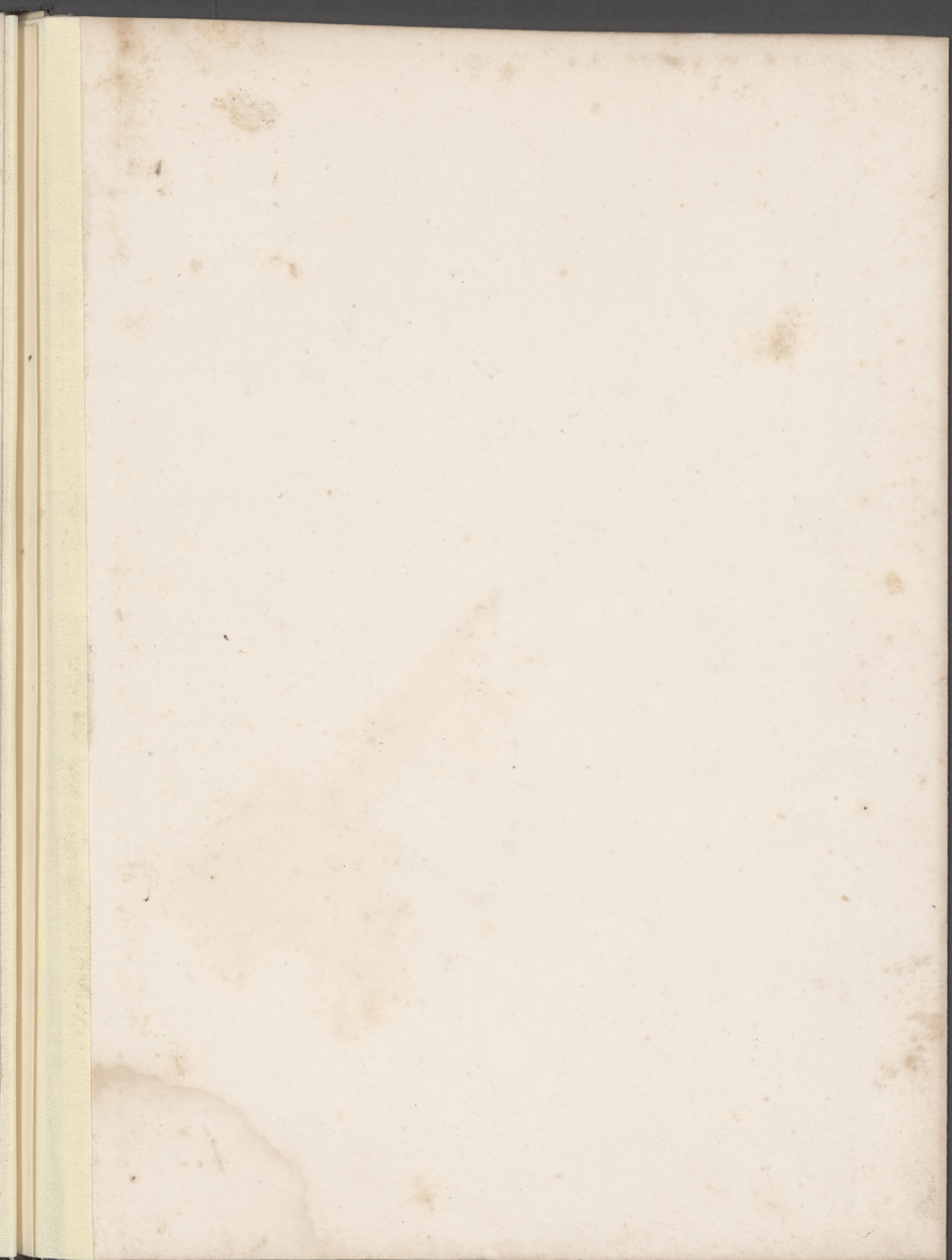
-Fryzów







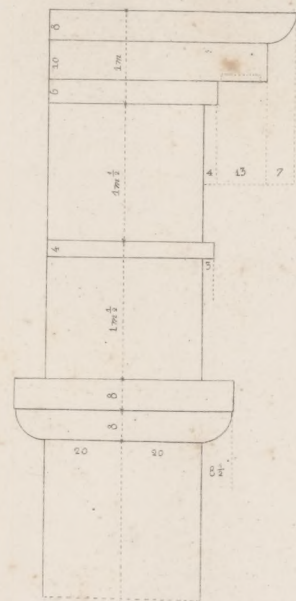




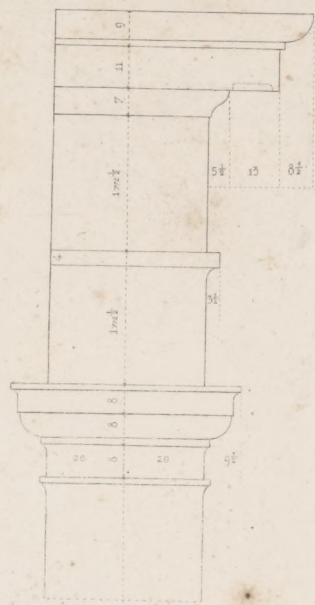


Krocie 5<sup>ty</sup> Porządków.

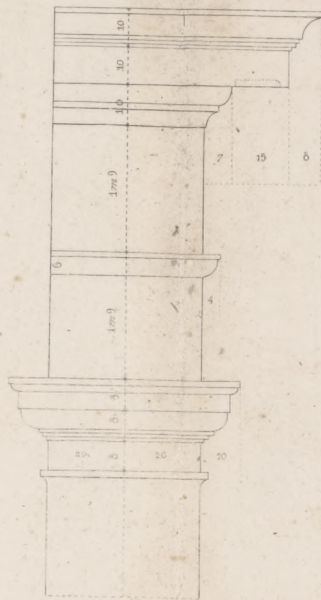
Doryku greck. albo 1<sup>st</sup>



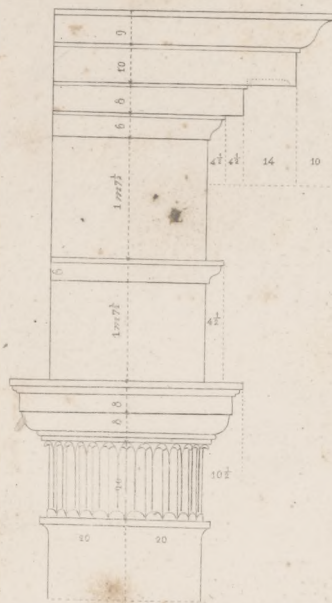
Toskani — 2<sup>go</sup>



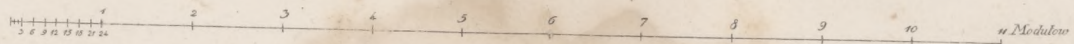
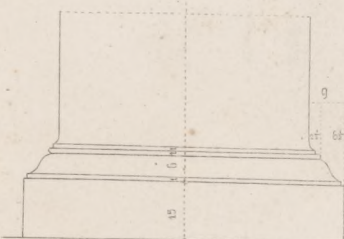
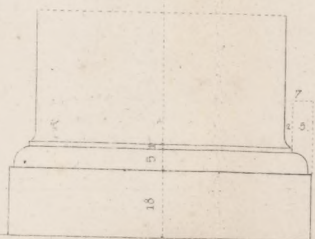
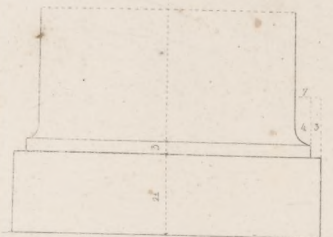
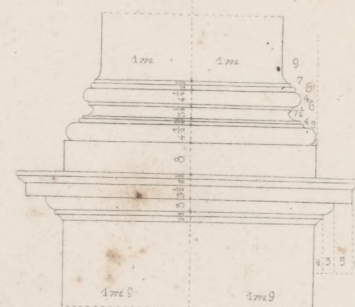
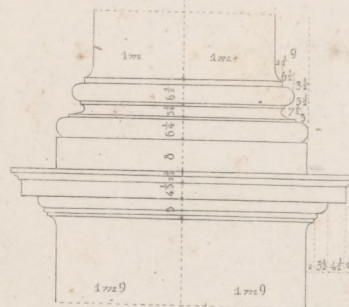
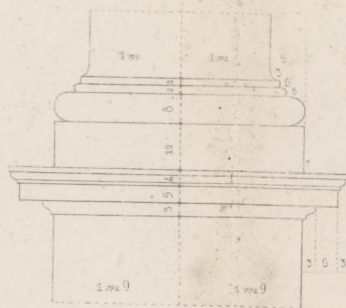
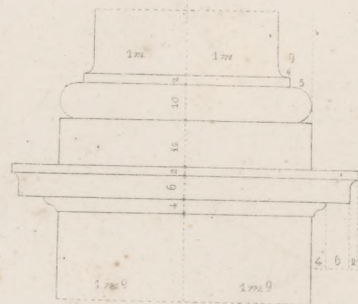
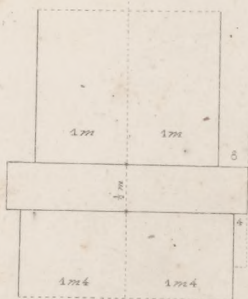
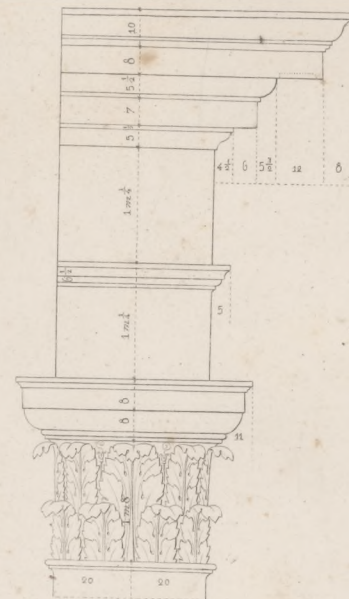
Doryku rzyms. — 3<sup>go</sup>



Ioniku — 4<sup>go</sup>



Koryntyku — 5<sup>go</sup>





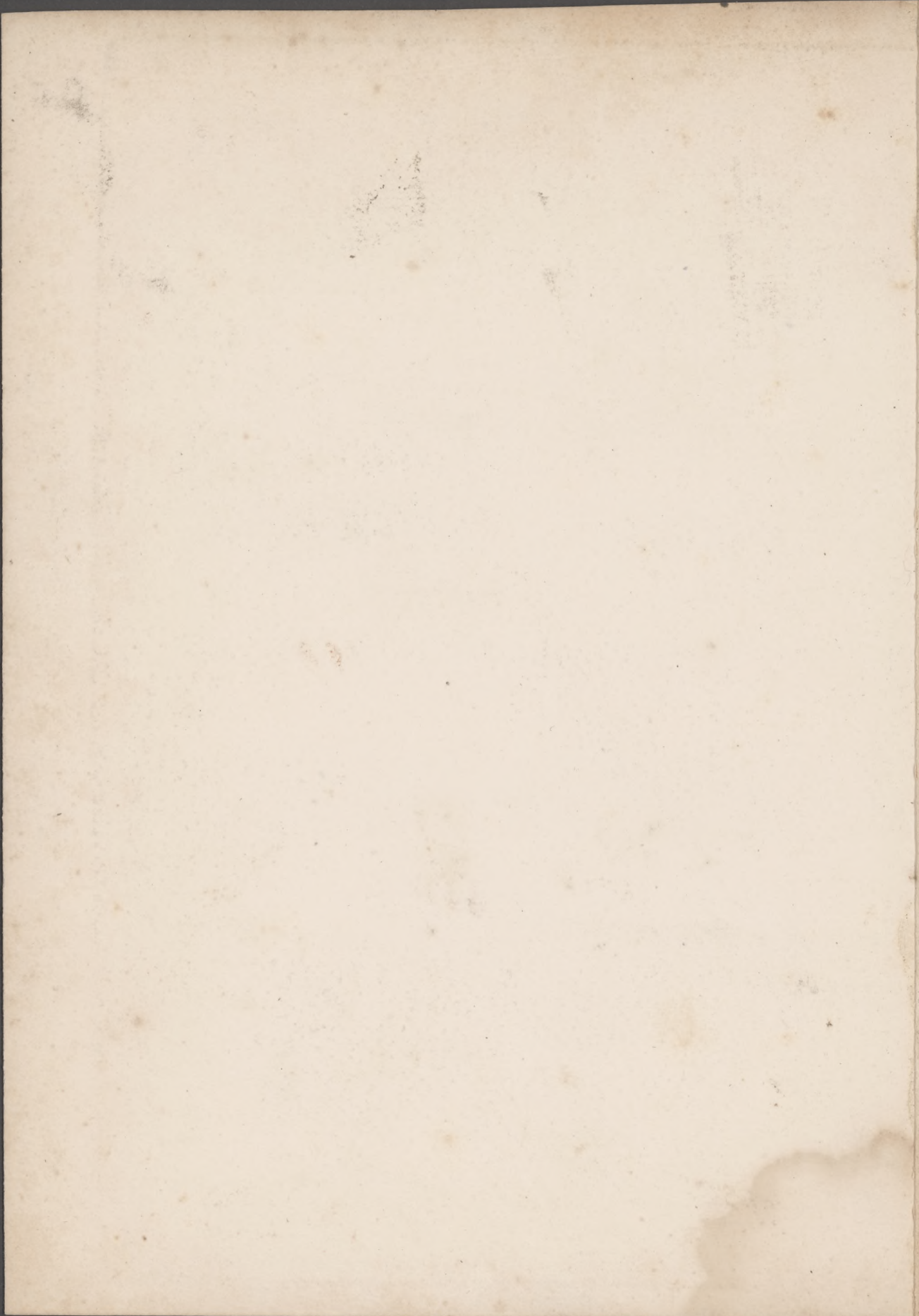




Fig. 1.

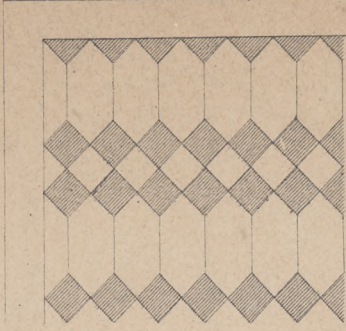


Fig. 2.

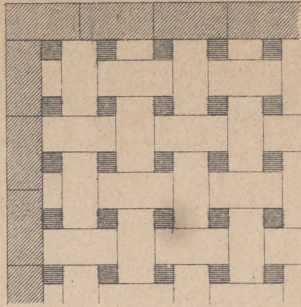


Fig. 3.

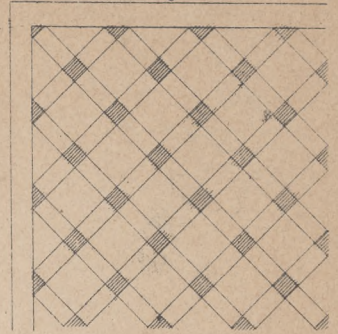


Fig. 4.

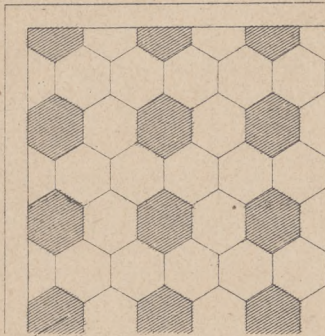


Fig. 5.

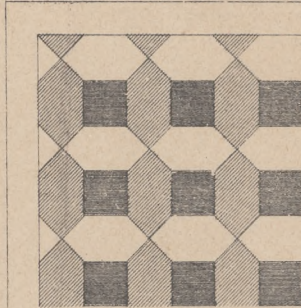


Fig. 6.

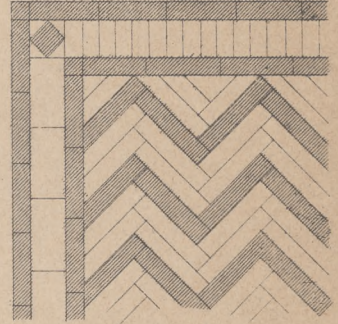


Fig. 7.

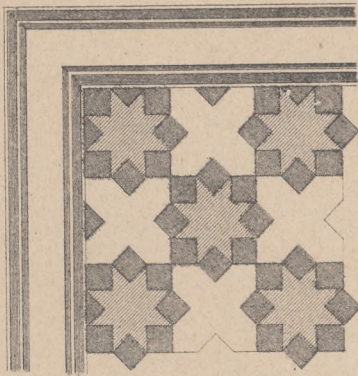


Fig. 8.

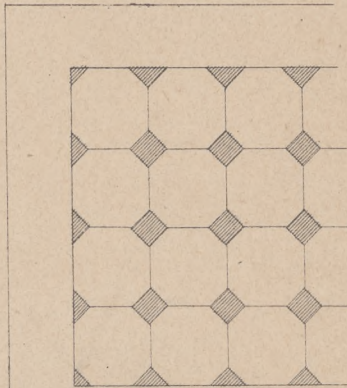


Fig. 9.

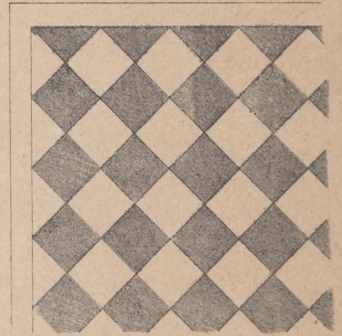


Fig. 10.

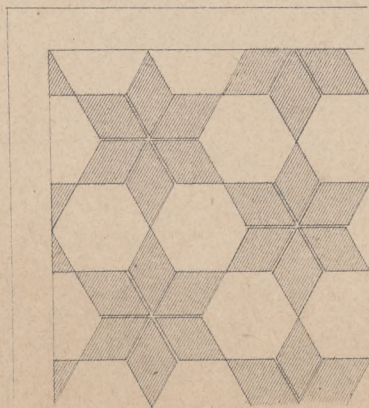


Fig. 11.

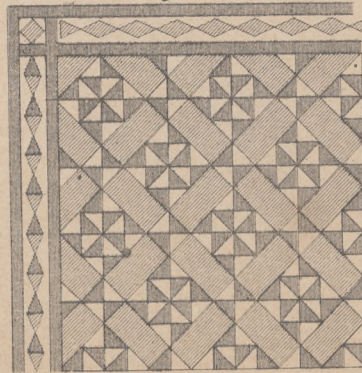
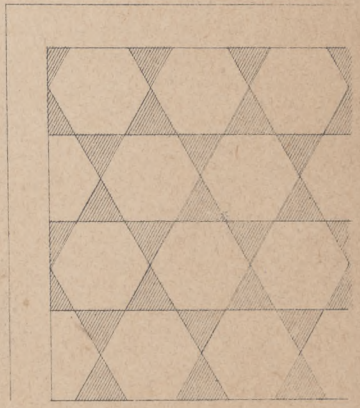


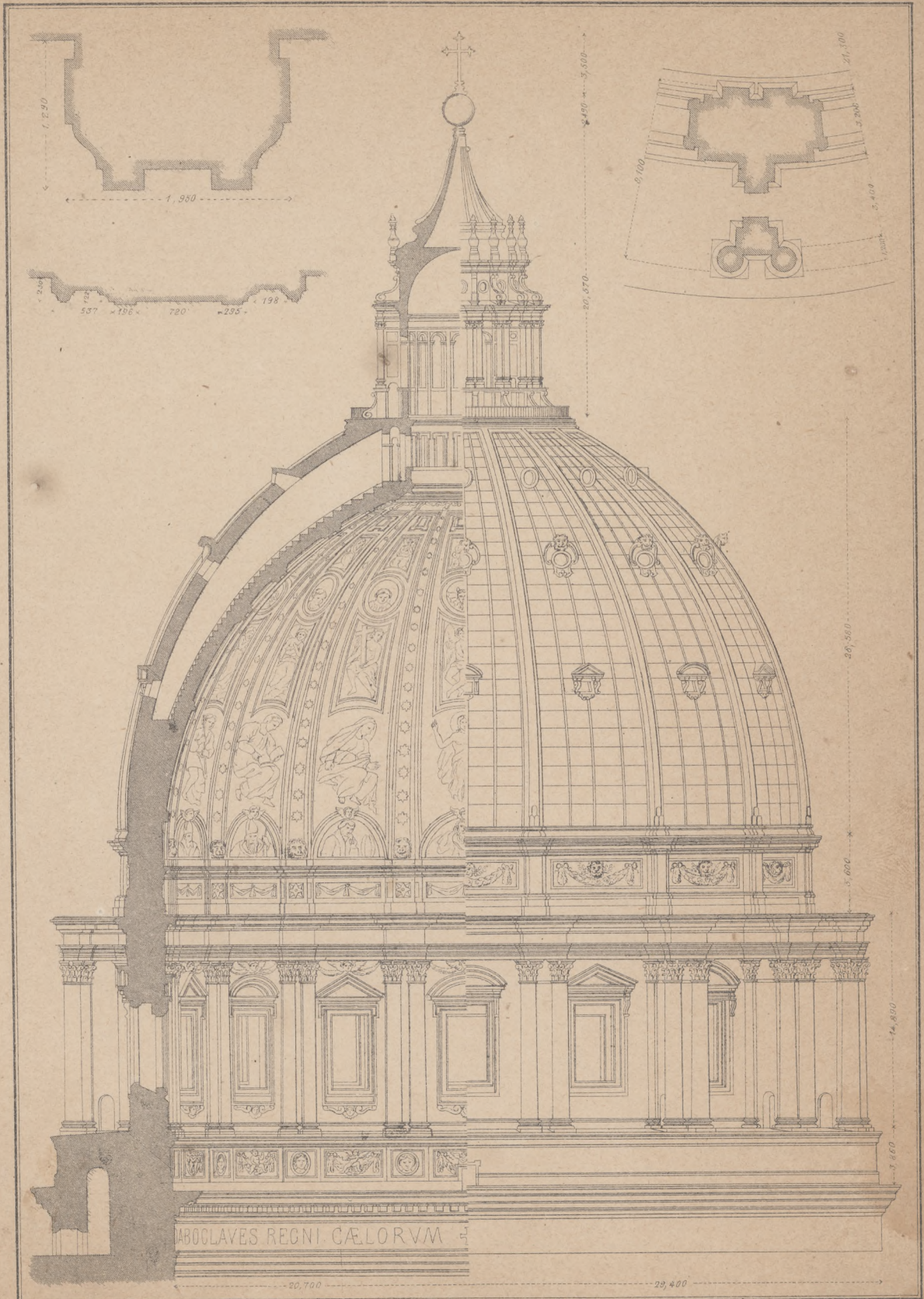
Fig. 12.



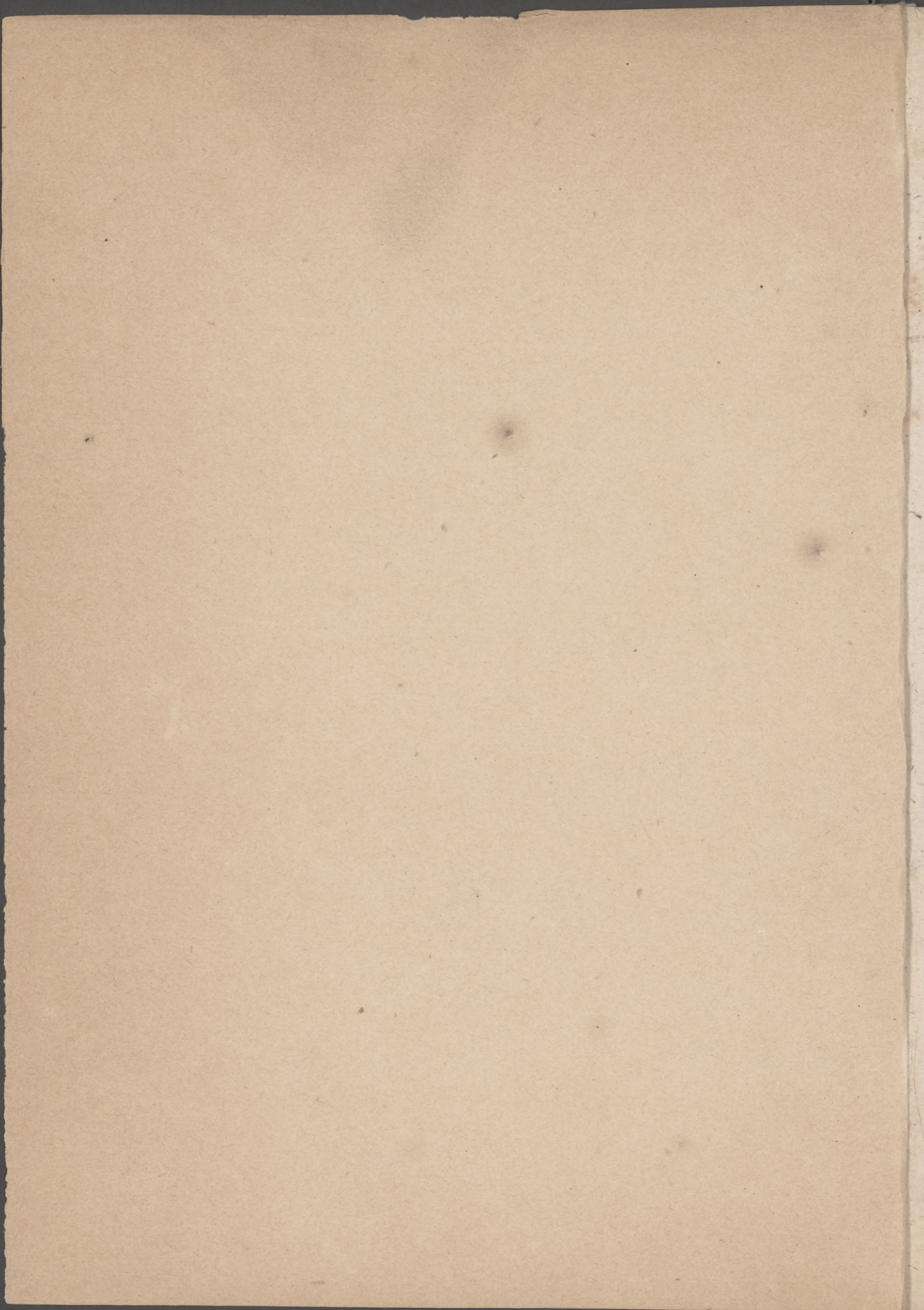




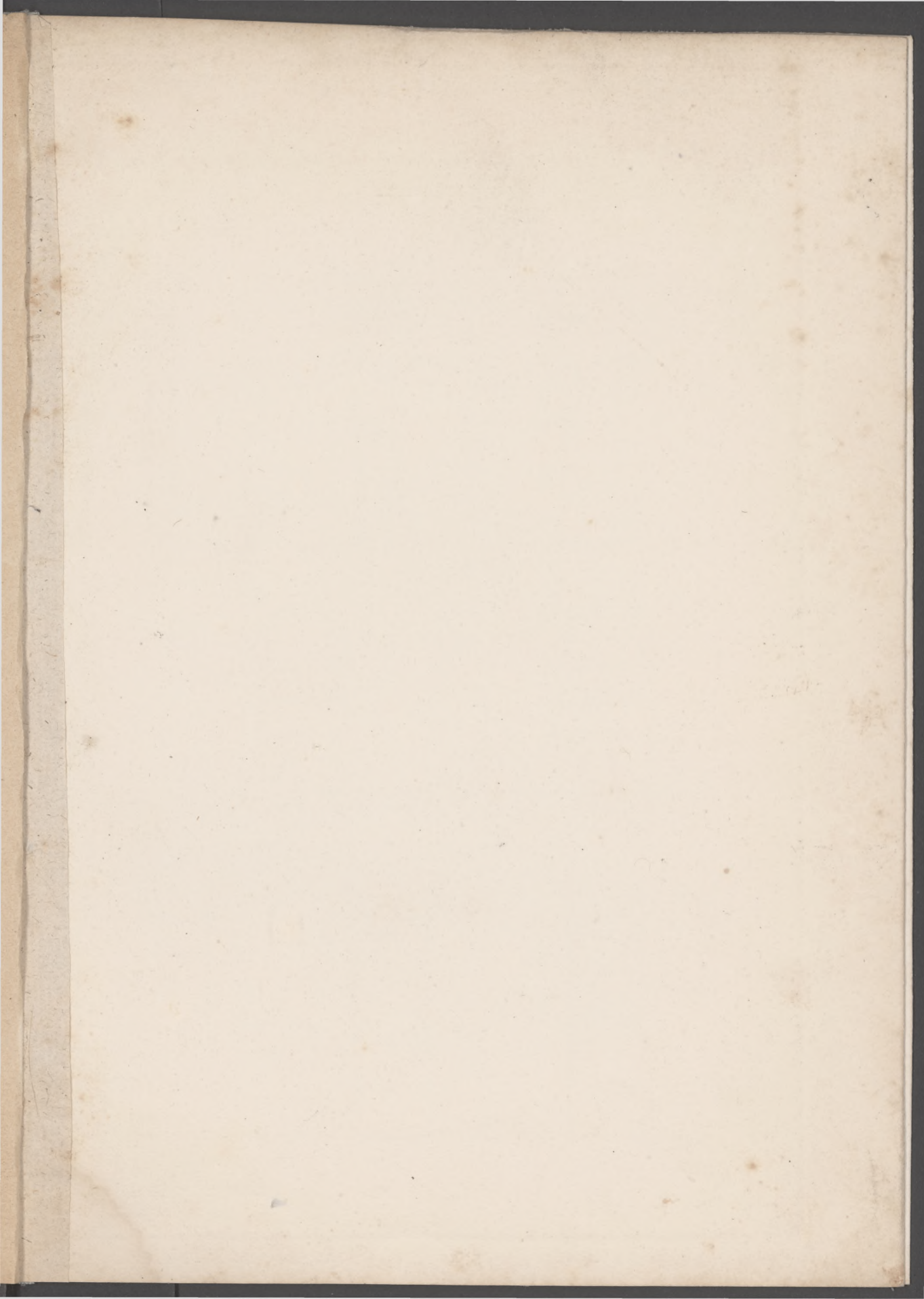






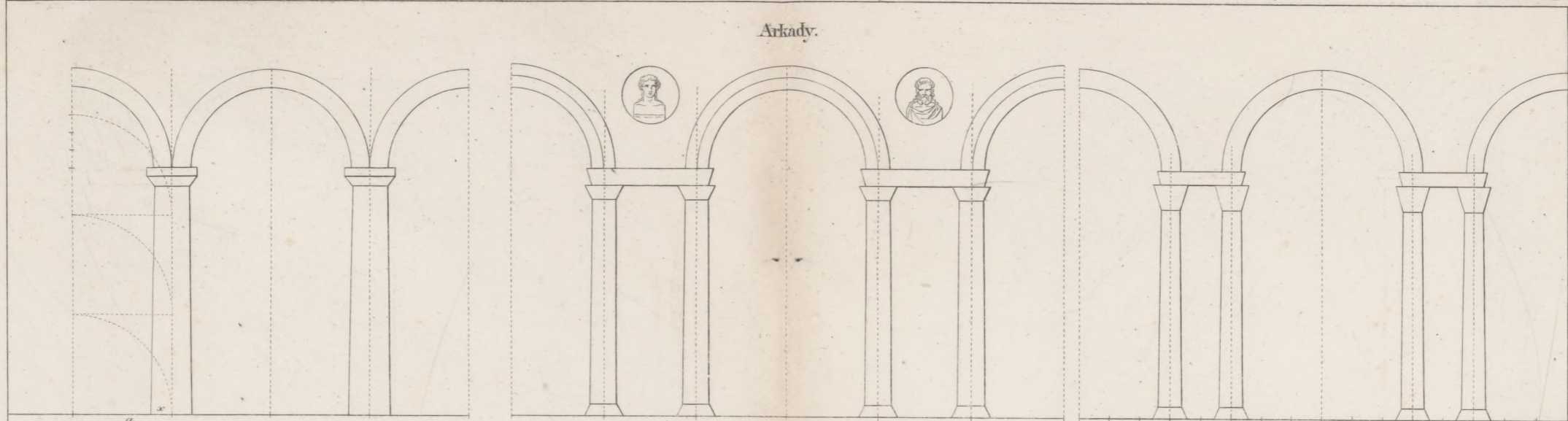








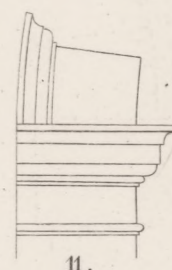
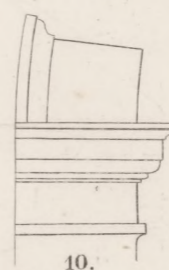
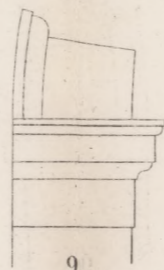
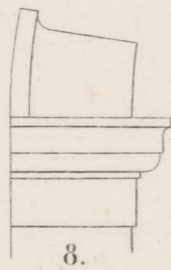
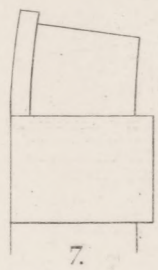
Arkady.



Wzór 1.

Wzór 2.

Wzór 3.



7.

8.

9.

10.

11.



Wzór 4.

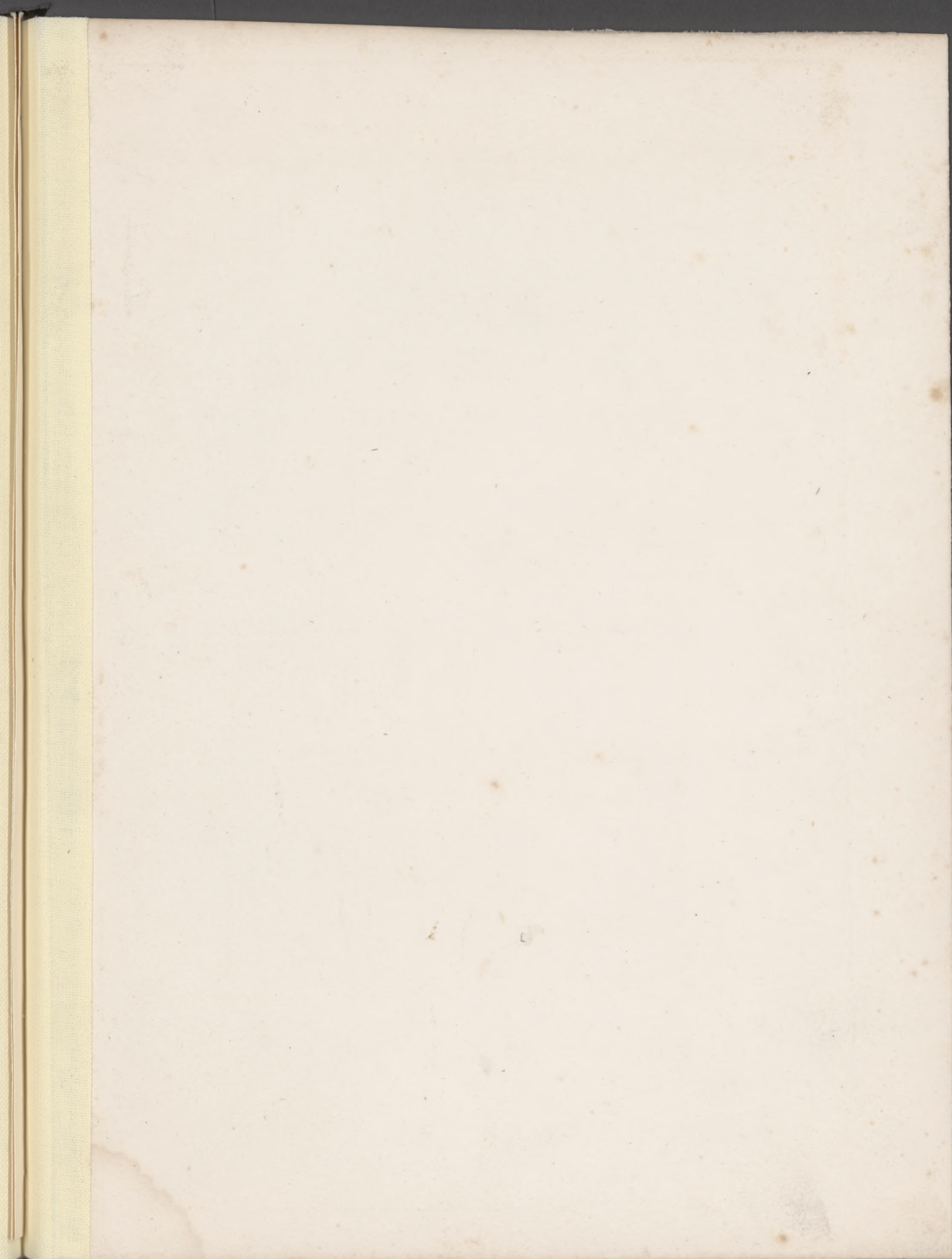
Wzór 5.

Wzór 6.



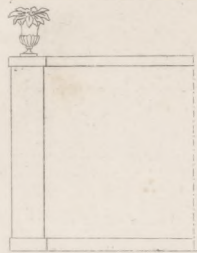




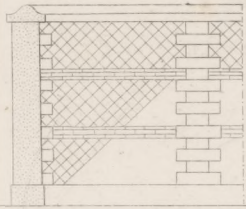




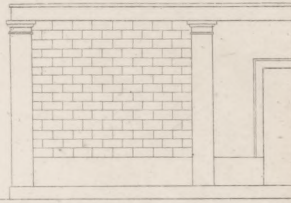
Ściany-  
-zagrodowe.



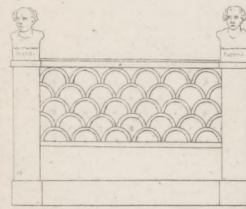
Wzór 1.



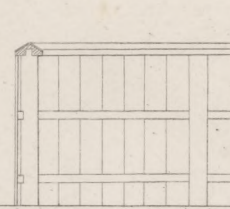
Wzór 2.



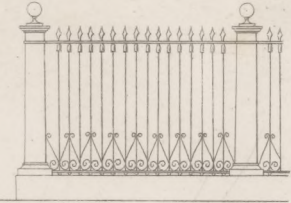
Wzór 3.



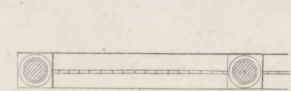
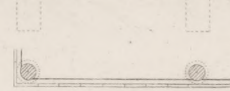
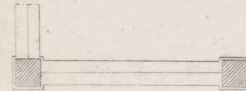
Wzór 4.



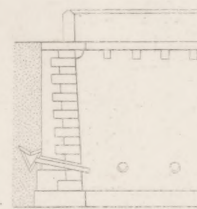
Wzór 5.



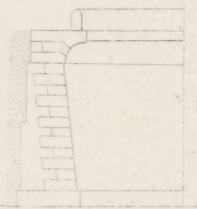
Wzór 6.



-podwalowe.



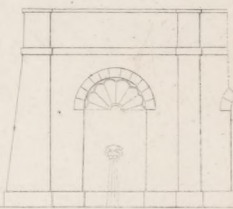
Wzór 7.



Wzór 8.

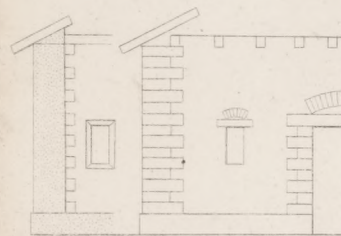


Wzór 9.

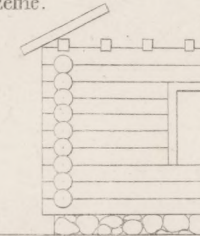


Wzór 10.

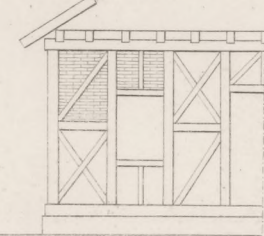
-naczelne.



Wzór 11.



Wzór 12.

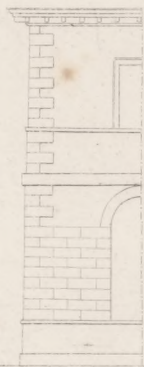


Wzór 15.

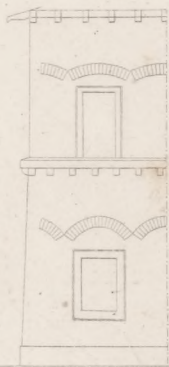
-naczelne 2 i 3 piętrowe.



Wzór 14.



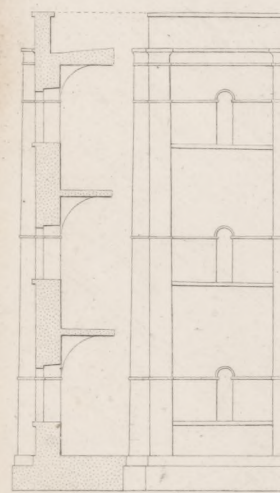
Wzór 15.



Wzór 16.



Wzór 17.



Wzór 18.



Wzór 19.

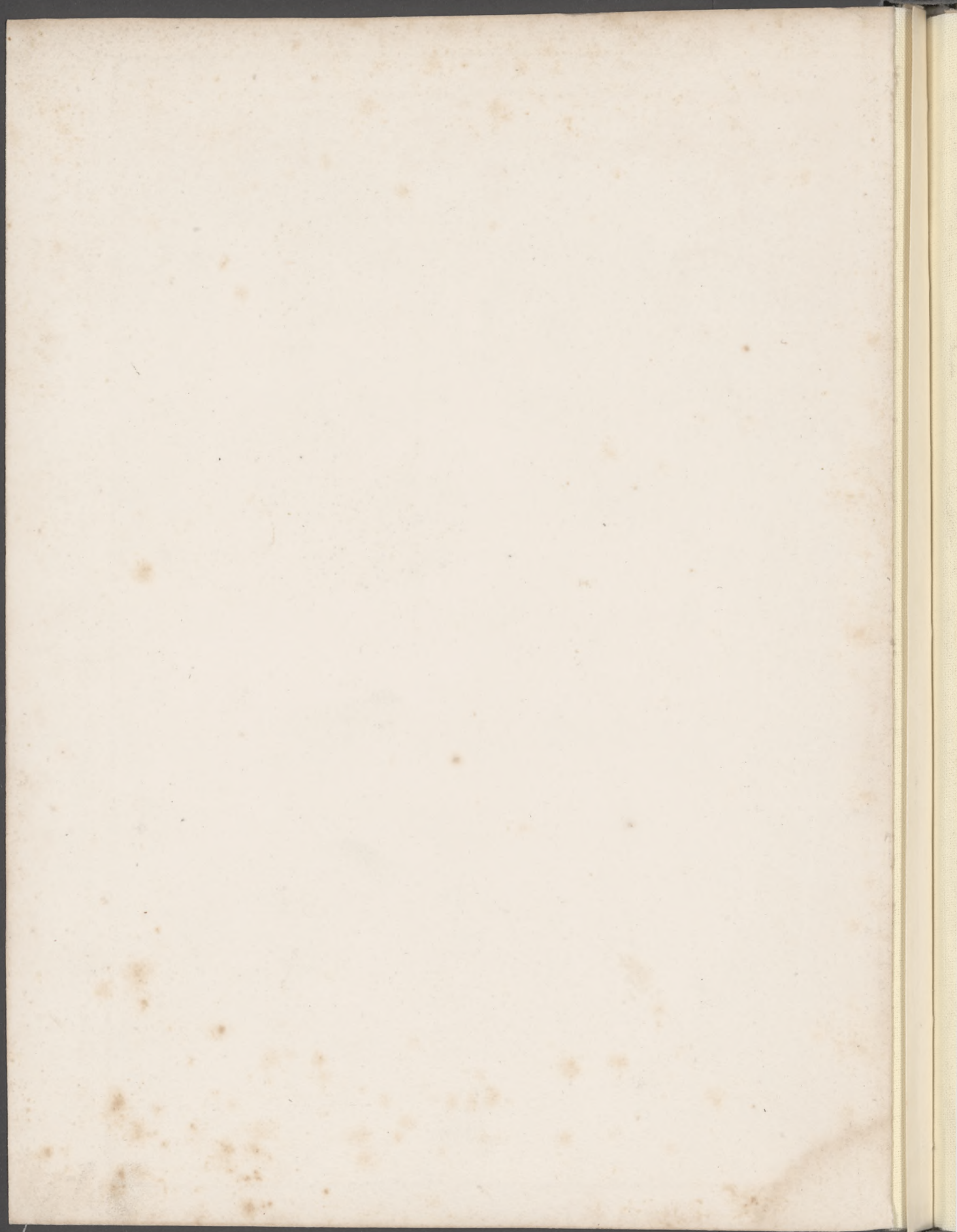


Wzór 20.

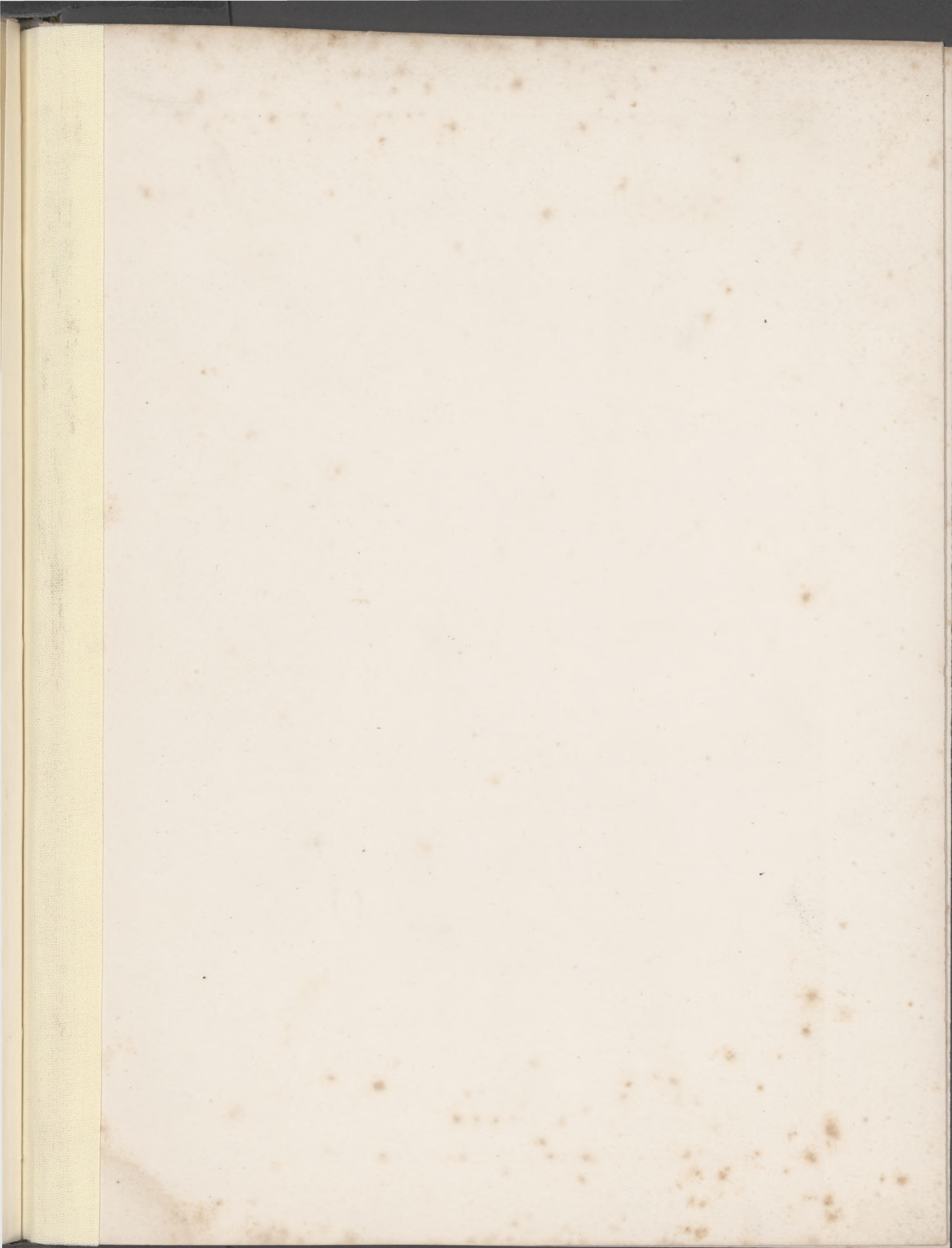


Wzór 21.



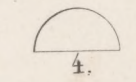




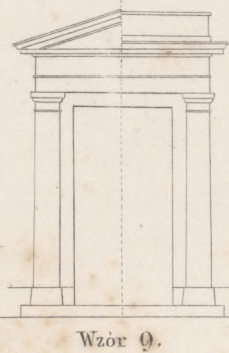
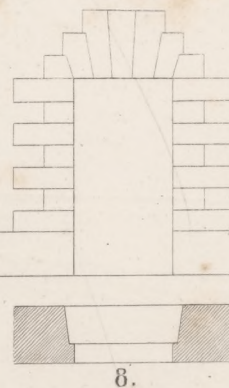
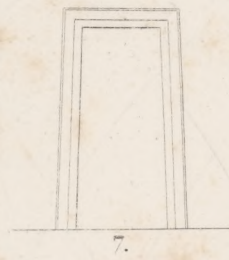
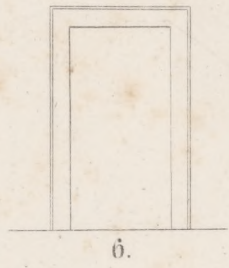




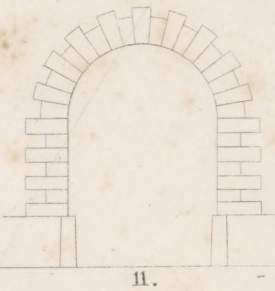
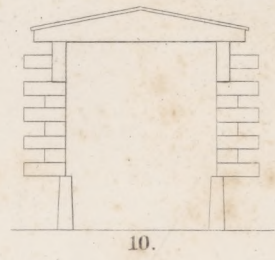
Wyzłobia



Drzwi

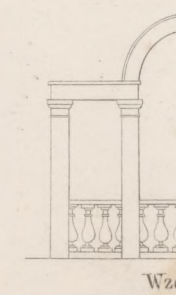
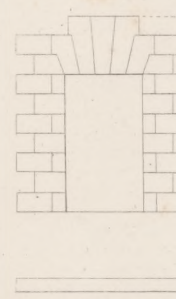
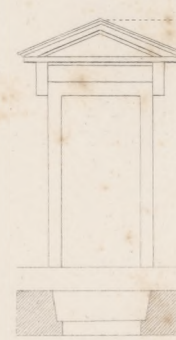
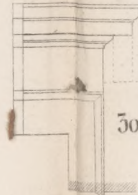
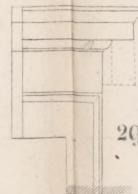
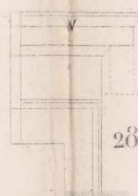
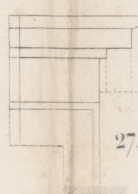
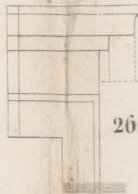


Bramy

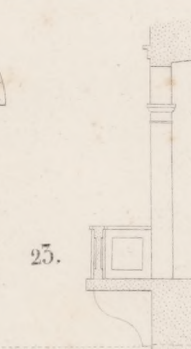
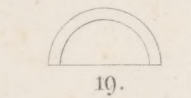
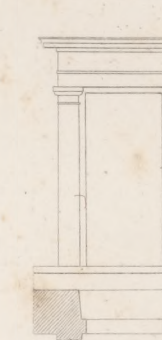


Otwory

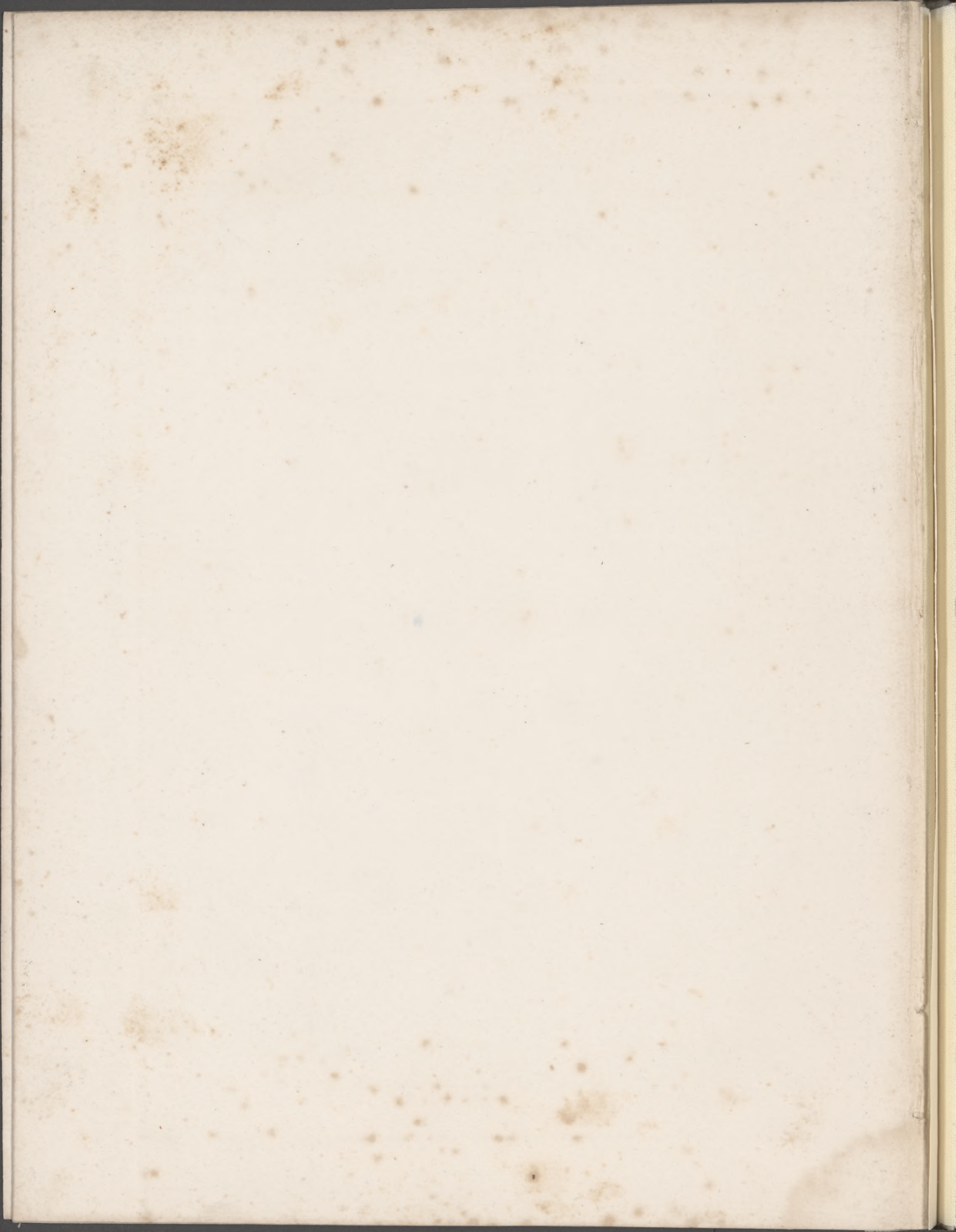
Kroje drzwi i okien.



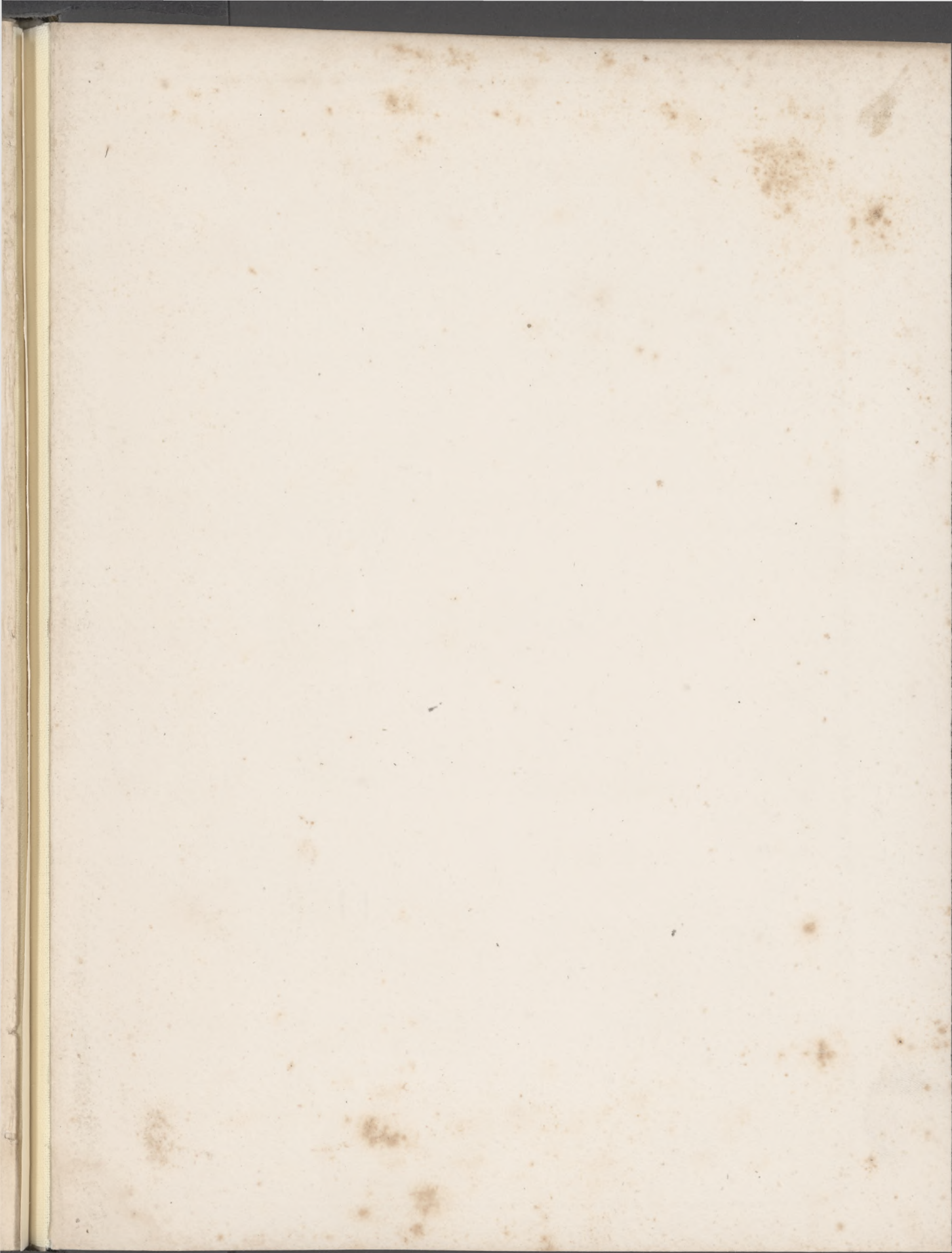
Okna







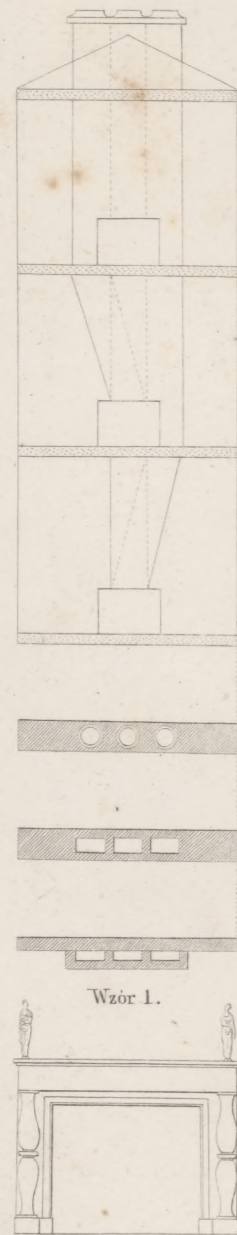




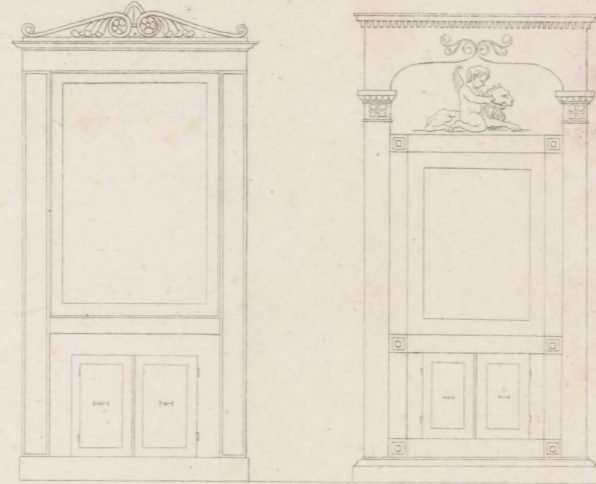


Kominy Piece i Kominki.

Fundamenta-

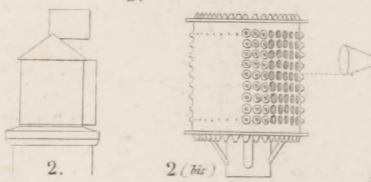


Wzór 1.



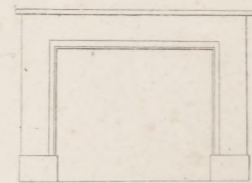
5.

Wzór 4.



2.

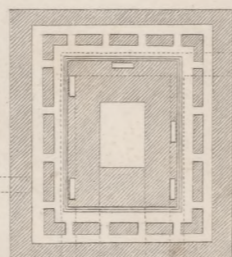
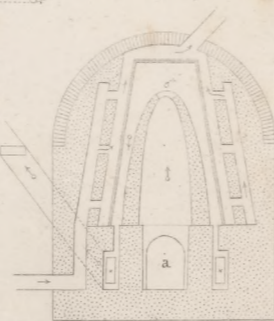
2 (buz)



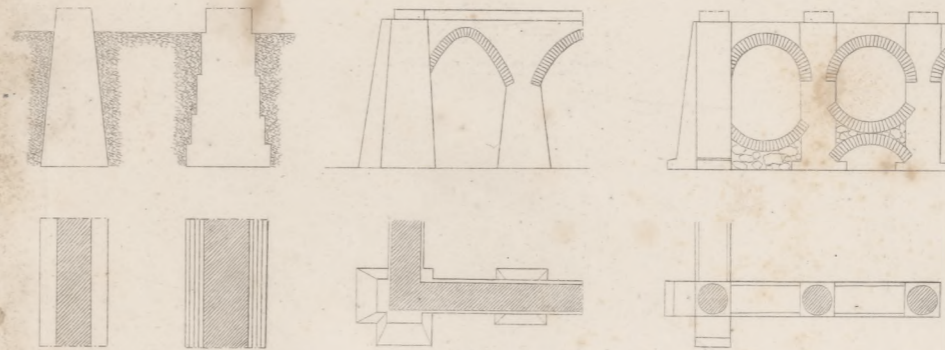
Wzór 6.



Wzór 8.



Wzór 5.



9.

10.

Wzór 11.

Wzór 12.

-na opoce

-na ziemi trzęskiej



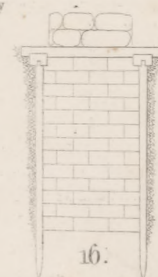
13.



14.

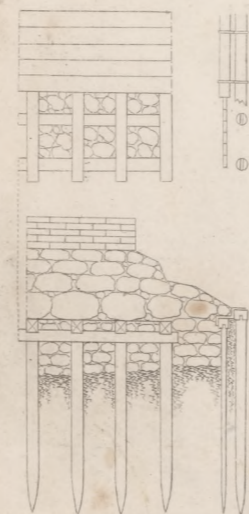


15.

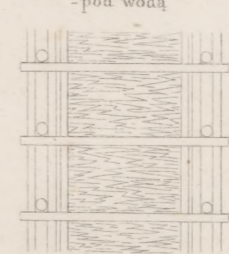


16.

-pod wodą



Wzór 17.



Wzór 18.

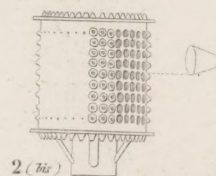
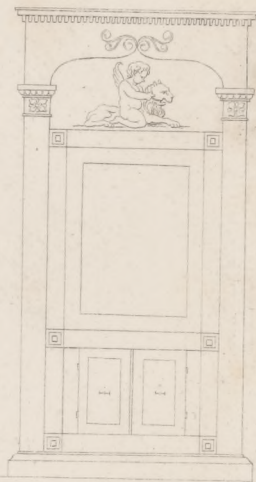
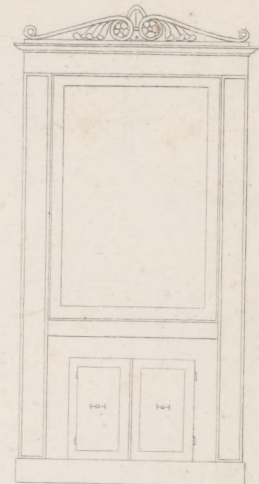
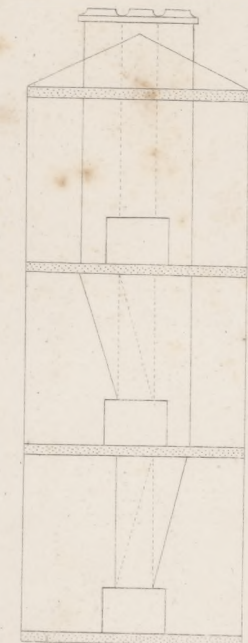


Wzór 19.

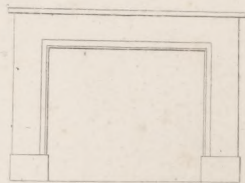
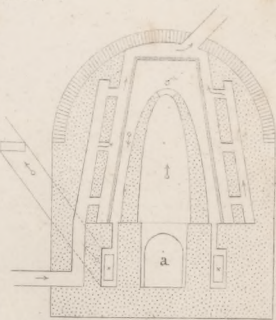


Kominy Piece i Kominki.

Fundamenta.



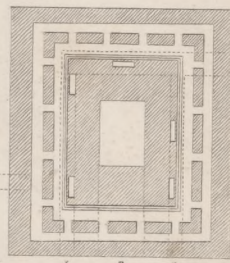
Wzór 4.



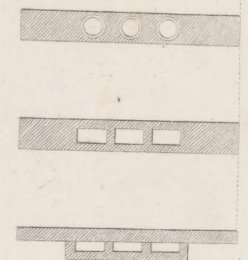
Wzór 6.



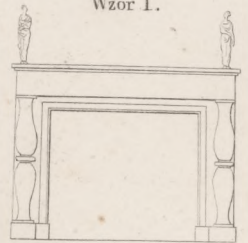
Wzór 8.



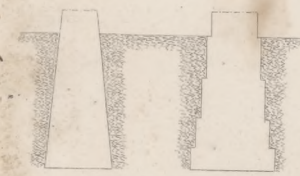
Wzór 5.



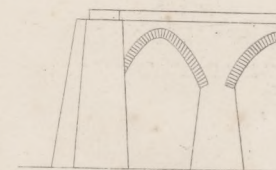
Wzór 1.



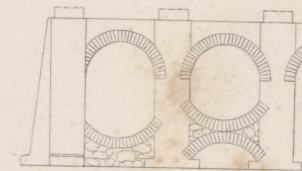
Wzór 7.



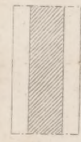
9.



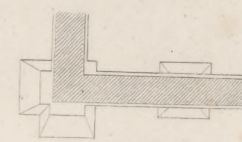
Wzór 11.



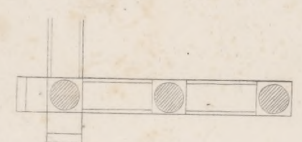
Wzór 12.



10.



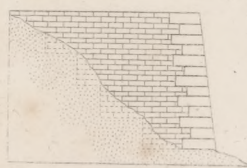
Wzór 11.



Wzór 12.

-na opoce

-na ziemi trzęskiej



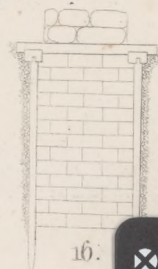
15.



14.

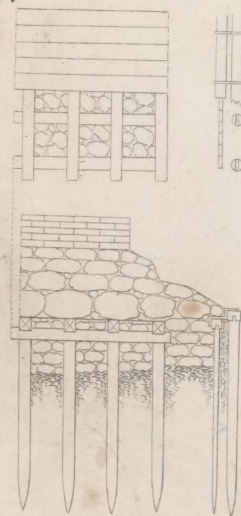


15.

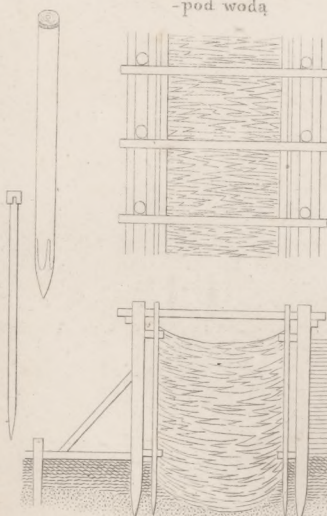


16.

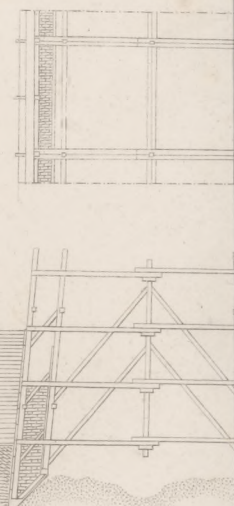
-pod wodą



Wzór 17.



Wzór 18.



Wzór 19.





