

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LIV.

Warszawa, dnia 22 marca 1916.

№ 11 i 12.

TREŚĆ: Łopuski J. O wpływie próby wodnej na wytrzymałość i bezpieczeństwo kotłów parowych.—Technika w gospodarce miejskiej [c. d.]—Witoszyński C. Podstawy teorii hydrodynamicznej turbin, wentylatorów i pomp odśrodkowych [c. d.]—Wspomnienie pozgonne.

Architektura. Eber E. O znaczeniu dzieł architektury dla twórczości architektonicznej. — Forty Włodzimierza i Aleksego Cytadeli Warszawskiej.—Sprawy bieżące i rozmaiteści.

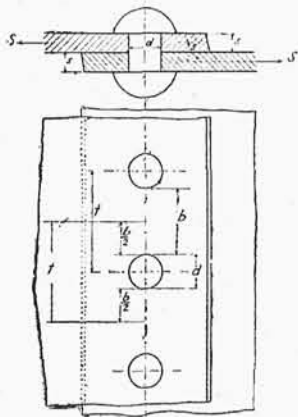
Z 42-ma rysunkami w tekście.

## O wpływie próby wodnej na wytrzymałość i bezpieczeństwo kotłów parowych.

Podał Jan Łopuski, inż.-techn.

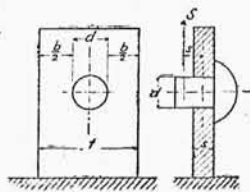
(Dokończenie do str. 40 w № 5 i 6 r. b.)

Bach dla uzasadnienia swojej teorii nitowań, opartej na tarcu wywołanem między złączonymi blachami przez nacisk główek nitów, podaje obliczenie naprężeń w znitowaniu na zakładkę tak znamienne w swej prostocie, że uważam za celowe tutaj je przytoczyć, ponieważ spotykałem się z poglądami błędnymi pod tym względem. Jeżeli wyłączymy działanie główek nita, co w dawniejszej teorii nitowań miało miejsce, to siły  $SS$  (rys. 1), działające w oddaleniu  $s$  jedna od drugiej, wywołują moment gnący  $Ss$ . Wskutek tego momentu, naprężenie w przekroju szerokości  $t-d=b$  (rys. 2) składa się: 1) z naprężenia od siły rozciągającej  $S = \sigma_s = \frac{S}{b \cdot s}$  i 2) z maksymalnego naprężenia od gięcia —  $\sigma_b = \frac{S \cdot s}{\frac{1}{6} b s^2}$ , a więc całkowite napięcie na wierzchnich słojach blachy będzie:  $\sigma_s + \sigma_b = \frac{S}{b \cdot s} + 6 \frac{S}{b \cdot s} = 7 \cdot \frac{S}{b \cdot s}$  t. j. siedem razy większe niż naprężenie od siły rozciągającej, jaka wyłącznie jest przyjmowana przy obliczeniu nitowań.



Rys. 1.

Inżynier E. Daiber określał te naprężenia zapomocą doświadczeń ze zwierciadłami umocowanymi w oznaczonych miejscach na płaszczu kotła w pobliżu szwu i na zasadzie ich odchyżeń, przy rozmaitem obciążeniu znitowania, wy-



Rys. 2.

znaczał krzywą momentów i naprężeń od gięcia w tych miejscach, przyczem otrzymał stosunek największych naprężeń, powstałych od gięcia, do naprężeń od siły rozciągającej  $\frac{\sigma_{bmax}}{\sigma_s} = 1,1$  do 2,3. W tych doświadczeniach skonstatowano bardzo ciekawy szczegół, że znitowania wielorzędowe dają tego stosunku granice najwyższe.

Nakoniec inżynierowie Związku Nowej Południowej Walii pp. Banaclough i Gibson, którym przypisują największe znaczenie w omawianej sprawie, zapomocą bezpośrednich pomiarów z ekstensometrem zwierciadlanym wykazali naprężenie sięgające do 3,9-krotnej wielkości, niż wykazywało zwykle obliczenie nitowania. Zwrócimy tutaj uwagę, że te obliczenia i doświadczenia obejmują tylko nitowania na zakładkę, lecz, mimo to, mają one zastosowanie i przy ocenie nitowań na nakładki, gdzie naprężenia te, choć w mniejszym stopniu, będą miały miejsce w nakładkach, zamiast w samej blasze kotłowej.

Na zasadzie wyżej przytoczonych wyników sądzę, że możemy obecnie stanowczo twierdzić, iż pięciokrotny za-

pas wytrzymałości w kotłach, budowanych na podstawie dotychczasowych zasad kotłownictwa, należy umieścić w krainie fantazyi, i że egzystujące kotły pracują w daleko gorszych warunkach, a zatem obawa przekroczenia granic sprężystości przy próbach wodnych jest najzupełniej uzasadniona nawet dla kotłów nowych, a tem bardziej dla kotłów, które już pracowały czas dłuższy. Co do kotłów będących w pracy, musimy zwrócić uwagę na pewną okoliczność, na którą technika kotłowa dotychczas nie zwróciła należytej uwagi, a która, według mego zdania, przedstawia zasadniczą koncepcję dla zrozumienia objawów zachodzących w czasie biegu kotła i dostatecznie tłumaczy ten zadziwiający fakt, że kotły tak niedołącznie projektowane i znajdujące się w tak oplakanyim stanie, że powinny według wszelkich zasad, bezwarunkowo wybuchnąć, jednak w rzeczywistości pracują i to pracują nawet zadowalająco. Jest to fakt przystosowania się kotłów do warunków swej pracy. Jeżeli zwrócimy uwagę na nadmierne naprężenia, jakie dodatkowo powstają w rozmaitych częściach kotła skutkiem nierównomiernego ich rozgrzewania, to zdumiewać się należy, że kotły mogą w takich warunkach pracować i pracują spokojnie, bez żadnych wypadków, a to wszystko dzięki zadziwiająco celowemu przystosowaniu się kotła do warunków pracy. Należy zwrócić uwagę, że te dodatkowe naprężenia mogą przekraczać i w rzeczywistości przekraczają znacznie granicę sprężystości. Jeżeli więc nie wywołują one katastrofy, to tylko dlatego, że wielkość tych naprężeń i wzajemny ich stosunek pozostają prawie jednakowe w ciągu całej pracy, i choć zachodzą tu stale odkształcenia, zwiększają one tylko zdolność stawiania oporu kotła przeciwko siłom destrukcyjnym. Kocioł więc po pewnym przeciągu pracy przedstawia już doskonały zespół odporności na siły działające nań w zwykłych warunkach pracy. Teraz zobaczmy, co się stanie z tą doskonałością, jeżeli kocioł poddamy próbie wodnej, wymaganej przez prawo obowiązujące. Oto ten doskonały zespół odporności, przez poddanie kotła obciążeniom nadmiernym, wywołującym naprężenia często wręcz przeciwne tym, przy jakich zespół ten się tworzył, zostaje brutalnie zrujnowany. Tym sposobem sprowadzamy prawdziwy przewrót w ugrupowaniu naprężeń i własnościach materiału i, w wyniku, zamiast zespołu doskonałego, otrzymujemy zupełnie rozstrojony. Jeżeli nie zawsze po tej operacji następują wybuchy, to zawdzięczamy tylko temu, że destrukcja nie tak daleko jeszcze zaszła, i kocioł miał możność na nowo rozpocząć wytwarzanie odporności odpowiedniej do warunków jego pracy. Mniemam, że będzie na miejscu zwrócić tu uwagę na jeden jeszcze argument zwolenników próby, który pozornie ma cechy argumentów decydujących, a mianowicie na ten fakt, że przy próbach wodnych zdarzają się, choć rzadko, pęknięcia częściowe kotłów.

Konstatując ten fakt, zwolennicy próby twierdzą, że jeżeli ścianka pękła przy próbie, to nie ulega wątpliwości, że stałoby się to i w czasie biegu kotła, lecz wtedy pociągnęłoby za sobą bardzo groźne następstwa. Oto, jeżeli przyjmniemy wyżej wyłożone poglądy, to sprawa ta zupełnie inaczej nam się przedstawia, mianowicie kocioł, wskutek błędów konstrukcyjnych i warunków pracy musiał wytworzyć

stałe odkształcenie, dla stworzenia zespołu odporności zdolnego do zniszczenia wpływów szkodliwych, przyczem zostały przekroczone granice sprężystości w materiale, a jak wiemy, w takich razach, granica sprężystości na ściskanie i wytrzymałość materiału zmniejsza się bardzo i może nawet spaść do zera. Przy próbie wodnej wywołaliśmy naprężenia w kierunku odwrotnym do wytworzonych odkształceń, skutkiem czego musiało nastąpić ostateczne zerwanie związku między cząsteczkami materiału.

Jeżeli zwrócimy się teraz do przeciwników próby wodnej kotłów parowych, to okaże się, że na sprawę tę, jeden z pierwszych, jeżeli nie pierwszy, zwrócił należytą uwagę Vincotte, dyrektor towarzystwa ubezpieczeń kotłów w Belgii, który w jednym ze swoich sprawozdań przytacza, że na 70 wybuchów kotłów, które zaszły w Belgii w latach od 1869—1876, 14 wypadków było wywołanych tylko skutkiem ich osłabienia, jakiemu podległy podczas próby źle wykonanej. Inżynierowie francuskich stowarzyszeń kotłowych zaniepokojeni objawami jakie dały się stwierdzić przy próbach wodnych i rewizjach wewnętrznych, zniewolili w r. 1883 inżyniera Cornuta, dyrektora stowarzyszeń kotłowych północnej Francji, aby zajął się wyświeceniem tej sprawy. Na skutek tego polecenia, Cornut po czteroletniej pracy w tym kierunku, przedstawił r. 1887 wyniki swych badań na XII kongresie naczelników inżynierów związków kotłowych. Wnioski Cornuta zaakceptowane jednomyślnie przez kongres III, dadzą się streścić w następujących punktach:

1) Kotły parowe w czasie pracy podlegają różnym naprężeniom, wywołanym przez obciążenia, które można podzielić na dwie zasadnicze kategorie:

a) naprężenia wywołane przez ciśnienie pary, które sięgają w przybliżeniu do 1/5 absolutnej wytrzymałości materiału;

b) naprężenia wywołane przez warunki pracy kotła w czasie biegu, głównie przez rozszerzanie się nierównomierne pod wpływem wysokiej temperatury. Naprężenia te są powodem obserwowanych pęknięć i rozwarstwienia blachy kotłowej, co niezbicie dowodzi ich ogromu.

2) Próba wodna wywołuje naprężenia analogiczne do naprężeń pierwszej kategorii, lecz nie daje należytych wskazówek co do naprężeń kategorii drugiej.

3) Jest więc rzeczą oczywistą, że wyniki otrzymane przez próbę wodną nie mogą służyć za dostateczną podstawę do orzeczenia, czy kocioł, który dobrze wytrzymał tę próbę, już przez to przedstawia należyte zalety i nie posiada wad niebezpiecznych, mogących spowodować nawet wybuch kotła w czasie normalnej jego pracy.

4) Aby ostatecznie określić wpływ próby wodnej na wytrzymałość i bezpieczeństwo kotłów parowych, zbadano w tym celu wszystkie dokładnie znane wybuchy kotłów we Francji za lata 1878—1889 w stosunku do czasu, w jakim miały miejsce po ostatniej próbie wodnej, rozumując przytem z właściwą u francuzów zdolnością do jasnego orientowania się w sprawach konkretnych, że jeżeli te próby wywierają wpływ dodatni, to liczba wypadków powinna się zwiększać w miarę oddalenia od próby, w przeciwnym zaś razie, t. j. zmniejszania się wypadków w miarę oddalenia od próby, powinno służyć niezbitym dowodem, że próba wodna wywiera na bezpieczeństwo kotłów wpływ szkodliwy. W myśl tej tezy zbadano 198 wypadków, przyczem 34 odrzucono, jako takie, dla których nie można było ustalić daty próby. Pozostałe 164 zgrupowano w poniższych dwu tablicach, przedstawionych na zebraniu inżynierów w Paryżu 7 lipca r. 1887.

Tabl. I Wybuchy kotłów, jakie zaszły w latach 1878—1885.

Czas, w jakim zaszły wybuchy po próbie wodnej	Stosunek procentowy 164 wypadków względem czasu, jaki upłynął od ostatniej próby
W 1 roku po próbie	25,61 %
" 2 " " "	13,41 "
" 3 " " "	6,70 "
" 4 " " "	12,80 "
" 5 " " "	7,98 "
" 6 " " "	4,27 "
" 7 " " "	5,49 "
" 8 " " "	1,22 "
" 9 " " "	4,27 "
" 10 " " "	4,27 "

Tablica pierwsza uwidocznia, że czwarta część ogółu wybuchów przypada na pierwszy rok po próbie wodnej, a tablica druga, że w 11% ogółu wypadków, próba odegrała decydująco szkodliwą rolę, a zatem próba wodna wywiera wpływ szkodliwy na bezpieczeństwo i wytrzymałość kotłów parowych. Wyniki, nad którymi rewident kotłów powinien poważnie zastanowić się przed każdą próbą, szczególnie jeżeli dany kocioł pierwszy raz próbuje.

Tabl. II. Wybuchy kotłów za lata 1876—1886.

Czas od ostatniej próby wodnej do daty wybuchu	Całkowita liczba wybuchów z ustaloną datą próby	Liczba wybuchów, w których próba nie odegrała żadnej roli	Liczba wybuchów, w których próba odegrała rolę szkodliwą
W ciągu 1-go roku po próbie	42	27	15
2 lat " "	22	18	4
3 " " "	11	11	—
4 " " "	22	21	—
5 " " "	13	13	—
6 " " "	7	7	—
7 " " "	9	9	—
8 " " "	2	2	—
9 " " "	7	7	—
10 " " "	7	7	—
Więcej ponad 10 lat	23	23	—
	165	145	19
			11% ogółu wypadków

Uwaga: W kolumnie 4-ej pomieszczone są takie wypadki w których próba odegrała rolę szkodliwą przez to, że albo nie wykryła wad i uszkodzeń, egzystujących przed próbą, albo powiększyła uszkodzenia już egzystujące do próby, lub też sama wywołała uszkodzenia poważne<sup>1)</sup>.

Aby uzupełnić ten zarys, wspomnimy tu, że w Anglii wypowiedziało się w tej sprawie między innymi Manchester'skie Towarzystwo Kotłowe (Nationale Boiler Insurance Co, Limited), które w sprawozdaniu swem z r. 1886 tak się wyraża: „Niekiedy święcie wierzą w użyteczność próby wodnej, pomimo że fakta nie usprawiedliwiają tego mniemania. Wprawdzie niekiedy próba ta okazuje usługi, stwierdzając uszkodzenia w kotle, lecz za to często tego nie wypełnia i co ważniejsza, zdarzają się bardzo często wybuchy kotłów w krótkim czasie po próbie, pomimo że kotły wytrzymały próbę należyte“. (Hervier, str. 174).

W Niemczech u Bacha w jego rozmaitych pracach można wyczuć pewną niechęć do prób wodnych jako sprawdzianu bezpieczeństwa kotłów. Bach oświadcza się za stosowaniem w tych razach szczegółowych obliczeń, a tylko w konstrukcyach, w których zawilość naprężeń nie daje możliwości ocenić ich drogą kalkulacji teoretycznych, tam stosować próbę ciśnieniem podwójnym, bacząc czy przytem nie zostały przekroczone granice sprężystości.

Ma się rozumieć, że podczas tego muszą być zastosowane prawie laboratoryjne warunki, o czym w praktyce rewidentkiej nie może być mowy. Nakoniec w prawodawstwie rosyjskim ostatnimi czasy zauważyć można pewne, choć chwilne zmiany w poglądach na próbę wodną. Mianowicie w ostatnich przepisach o rewizji kotłów statkowych, Ministerium Komunikacji uważa tę próbę prawie tylko jako sprawdzian szczelności złączeń i zwiększa jej termin z 6 do 8 kategorii. Jeszcze na jedną stronę wpływu próby wodnej zwrócimy tu uwagę, a mianowicie na jej wpływ ujemny na wytwórców i konstruktorów kotłowych. Próba przy tem znaczeniu jakie ma obecnie, szczególnie w Państwie Rosyjskim, może być śmiało uważana jako nagroda za nieuctwo, niedołęztwo, a nawet nieuczciwość wytwórców kotłów parowych i ich rewidentów, ponieważ przez przyjęcie danego kotła uwalnia ona prawnie: a) pierwszych — od odpowiedzialności za dokładność roboty, gatunek materiałów użytych na budowę kotła, celowość i umiejętność konstrukcji; b) ostatnich — od odpowiedzialności za dokładność i umiejętność rewizji. Trzeba

<sup>1)</sup> Szczegóły: Hervier, „Les explosions de chaudières à vapeur“, str. 172, wyd. 1894 r. (Hervier, inżynier górniczy, w ciągu lat piętnastu pełnił obowiązki inspektora rządowego dla dozoru nad kotłami Departamentu Sekwany).

zwrócić uwagę, że próba wodna, aby przyniosła choć trochę korzyści zamiast wielkiej szkody, musi być połączona z dokładnym zbadaniem stanu kotła przed, w czasie i po próbie, co przy zwykłych warunkach jej towarzyszących, wymaga nadzwyczajnie ciężkiej i brudnej pracy fizycznej przy jednoczesnym naprężeniu wszystkich władz umysłowych. Praca ta jest tak ciężka, że należyte jej wykonanie staje się możliwym, przy odpowiednim już doświadczeniu, tylko zawdzięczając tej ogromnej moralnej odpowiedzialności, jaka na eksperymentatorze ciąży. Twierdzą to na podstawie kilkudziesięcioletniej pracy w tym zawodzie. Oprócz tego próba wodna ujemnie oddziałuje na obsługę i właścicieli kotłów, wpajając w nich błędne mniemanie o nadmiernym bezpieczeństwie danego kotła, w jego normalnych warunkach pracy, przez co pośrednio wpływa na ścisłość wykonywania przepisów dla bezpieczeństwa kotła.

Mniemam, że dotychczas powiedziane dostatecznie wyjaśnia wpływ próby wodnej na bezpieczeństwo i wytrzymałość kotłów parowych, a więc streścimy to w twierdzeniach następujących:

1) przekroczenie granicy sprężystości przy próbie wodnej jest rzeczą groźną dla bezpieczeństwa kotła;

2) próba wodna bardzo łatwo może naruszyć tę granicę i wywołać przez to następstwa bardzo groźne;

3) kocioł posiadający zadziwiająco zdolność przystosowywania się do warunków pracy, wytwarzając po pewnym czasie zespół odporności najważniejszy dla zniweczenia szkodliwych wpływów nań działających.

4) próba wodna, wywołując napięcia częstokroć wręcz przeciwnie tym, jakie zachodzą w czasie biegu kotła, sprawdza prawdziwy przewrót w materiale kotłowym, wskutek czego następuje bardzo znaczne pogorszenie stanu kotła;

5) próba wodna tylko w nadzwyczajnych okolicznościach może okazać nieznaczne korzyści, po większej części zaś, wywołuje uszkodzenia i poważnie obniża stopień bezpieczeństwa kotła.

6) Próba wodna wpływa ujemnie na wytwórców i na obsługę kotłową.

Przyjmując powyższe twierdzenie, zmuszeni jesteśmy przyznać, że próba wodna jest stanowczo szkodliwa dla bezpieczeństwa i wytrzymałości kotłów parowych, a zatem jako taka, powinna być usunięta z praktyki kotłowej, a szczególnie jako kategorię sprawdzian bezpieczeństwa kotłów, które już pracowały.

Teraz nasuwa się pytanie, czym próbę tę zastąpić, ponieważ w praktyce odczuwa się potrzebę należytych gwarancji przy używaniu tych tak niebezpiecznych przyrządów. Wyczerpująca odpowiedź na to pytanie wymagałaby obszernego motywowania, co rozszerzyłoby ramy tej rozprawy, a właściwie nie wchodzi w zakres postawionego tu zadania, a zatem ograniczymy się tylko wskazaniem ogólnych podstaw, na jakich, według mego zdania, powinna

się ona opierać, a mianowicie: racjonalne rozwiązanie sprawy i widzę w tem, aby przenieść całą odpowiedzialność na wytwórców i konstruktorów kotłowych, od których powinno się wymagać pełnej znajomości przedmiotu, koniecznej przy tak niebezpiecznych konstrukcjach, jakimi są kotły parowe. Odpowiedzialność ta powinna być całkowita i znaczna, aby usunąć możliwość budowania kotłów przez ludzi bez odpowiedniego fachowego wykształcenia i specjalnych do tego uzdolnień. Każdy wypadek kotłowy powinien być zbądany przez grono uzdolnionych rzeczoznawców, i w razie wykazania winy wytwórcy, kara winna być stosowana z całą surowością.

Życie ludzkie i mienie, są to rzeczy zbyt poważne aby oddawać je na pastwę nieuctwa i niesumienności, tak często dziś jeszcze spotykane. Oprócz tego powinien być ustanowiony stały dozór techniczny, który, drogą umiejętności rewizji peryodycznych stwierdziłby rzeczywisty stan kotła w danej chwili.

Jeżeli w ten sposób postawimy sprawę próby kotłów, to możemy być pewni, że wypadki kotłowe będą niezrównanie rzadsze, bo musimy przyznać, że bezpieczeństwo kotła zależy głównie od jego dobroci, a nie od jego obsługi, której mylnie przypisują dotychczas wpływ decydujący.

Ponieważ ustalenie nadzoru nad kotłami na powyższej zasadzie wymaga zmiany w prawodawstwie obowiązującym, zatem przeprowadzenie obecnie takiego nadzoru jest niemożliwe, a więc jako stadium przejściowe możemy postawić następujące wnioski:

1) próba wodna kotłów parowych, wymagana przez prawo obowiązujące, powinna być stosowana nadzwyczaj oględnie, przy zachowaniu maksymalnych terminów prawnych;

2) próby wodne kotłów parowych mogą być wykonywane tylko w warunkach, dających możliwość dokładnego badania całokształtu przebiegu zawisk zachodzących przy próbie;

3) powinno się dążyć do zupełnego usunięcia prób wodnych, jako sprawdzianu bezpieczeństwa funkcjonujących kotłów parowych i zastąpić je przez częste rewizje wewnętrzne bez prób, oraz ustalenie odpowiednich norm budowy kotłów.

Na zakończenie niniejszego zarysu nadmieniam, że wyżej wypowiedziane poglądy są wyrazem od lat wielu mojej w tej sprawie opinii, opartej na kilkudziesięcioletniej praktyce jako rewidenta kotłów, przyczem zostało wypróbowane przeze mnie około 5000 kotłów najrozmaitszej konstrukcji i stanów i zrewidowane prawie drugie tyle. Za cały ten przeciąg czasu nie było ani jednego wybuchu kotłów, znajdujących się pod moim nadzorem, co, oprócz szczęścia, jakie widocznie pod tym względem miałem, po części przypisuję i temu, że w miarę możliwości postępowałem zgodnie z wyżej wyłuszczoneymi poglądami.

## TECHNIKA W GOSPODARCE MIEJSKIEJ.

Odczyt I, wypowiedziany na posiedzeniu Stowarzyszenia Techników w d. 10 grudnia r. z.

### Cel, zadania i sposoby umocnienia powierzchni ulic i placów podmiejskich.

Przez **Zdzisława Szuka**, inż.

(Dokończenie do str. 75 w № 9 i 10 r. b.)

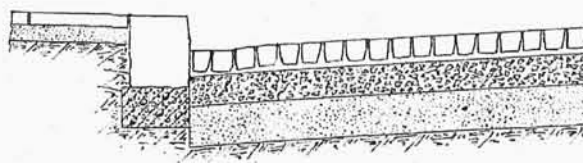
#### Brak mozaikowy.

Kostki te przygotowuje się zapomocą maszyn, a nie obrabia ręcznie, wskutek czego cena jednego metra kwadratowego wynosi 3,5 rub.

Brak z kostki drobnej, zwany mozaikowym od sposobu układania go w desenie, w miastach większych ma zastosowanie dwojakie: układany na podstawie z kamienia sztorcowego, zasypanego tłuczniem lub żwirem i ustawiany na piasku połowym, przy dokładnym zaszlamowaniu spoin i ubiciu, jest brukiem tymczasowym, stosuje się na

ulicach bocznych, o małym ruchu, jeszcze nieregulowanych, gdzie oczekiwać należy przekopywania transz.

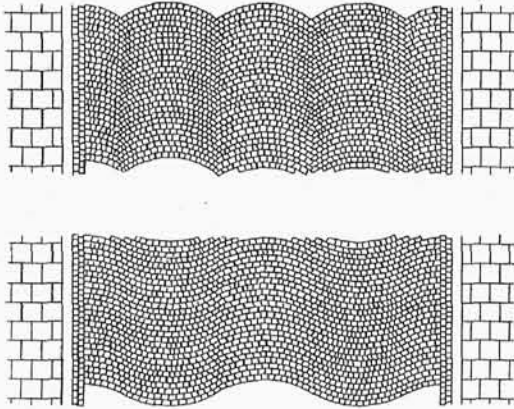
Ułożony na podstawie betonowej i na zaprawie cementowej, jest doskonałym, higienicznym, bardzo estetycz-



Rys. 13.

nym i trwałym brukiem dla ulic o lepszym, choć ostrym ruchu (rys. 13). Ponieważ drobna kostka jest bardzo różna, nie można bruku z niej układać rzędami prostymi. Sposób układania musi być taki, aby każda wielkość kostki spo-

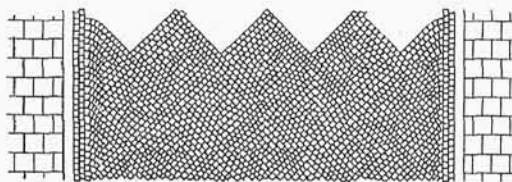
żytkowana być mogła. Stąd wyłonił się kształt małych łuków, serpentynowy (rys. 14), wachlarzowy, lub nawet w zygzak (rys. 15). Ponieważ pojedyncze łuki nie są koncentryczne, więc promień ich i strzałkę należy dobrać do wielkości kostki tak, aby największe kostki mieściły się w kłuczu, a najmniejsze przy końcach łuku, przytem aby spoiny były wszędzie równe i jak najmniejsze. Zygzakową linię wysadza się pod kątem prostym, którego wierzchołek leży na linii równoległej do osi podłużnej. Tym sposobem wysadzone rzędy utworzą kwadraty, których środki wypełnia się następnie kostką różnej wielkości.



Rys. 14.

Ten sposób ma tę zaletę, że kamienie stoją dyagonalnie do ruchu ulicznego, co wpływa na znacznie wolniejsze niszczenie ich brzegów.

Drobna kostka daje dużo spoin, co w znacznej mierze równoważy szkodliwą gładkość powierzchni, dlatego też do bruków tych mogą być użyte kamienie twarde pochodzenia wulkanicznego, jak bazalt, porfir, trachyt i t. p. Kostką drobną, przygotowaną z granitu, można brukować nawet ulice o dużych spadkach, na których duże kostki są nie do użycia z powodu ślizkości. Bruk mozaikowy może być wybornie zastosowany w miastach gubernialnych, nawet na ulicach pierwszorzędnych. Przy ruchu nie bardzo ostrym służbę jego można liczyć na lat 5 do 10. Z powodu możliwości użycia kamieni wulkanicznych, które mają różne kolory, można bruki te układać w desenie, co nadzwyczajnie podnosi estetyczny wygląd ulicy. Bruki te w stosunku do bruków z kostki grubej są dość tanie, mają jednak tę wadę, że zniszczona powierzchnia traci prawie całą swoją wartość. Przełożyć zużytej kostki nie można, wyjętą kostkę można ocenić tylko jako materiał na tłużeń do szos.



Rys. 15.

W dużych miastach, gdzie bruk ten użyty jest jako prowizoryczny, należy zwrócić uwagę na to, jaki bruk ma przyjść w przyszłości na tej ulicy i zastosować do tego głębokość i grubość podstawy.

Koszt bruków mozaikowych, urządzonych na podstawie betonowej i układanych na zaprawie cementowej w stosunku 1 : 3, przy cenie kostek rb. 3,50 za 1 m<sup>2</sup>, wynosi rb. 7,40 za 1 m<sup>2</sup>. Zmiana powierzchni kosztuje rb. 4,8 za 1 m<sup>2</sup>. Drobne naprawy można liczyć rb. 1,25 za 1 m<sup>2</sup>. Te trzy rodzaje bruków zamykają niestety całą, bardzo ubogą, grupę bruków z naszych kamieni naturalnych twardych.

### Bruk asfaltowy.

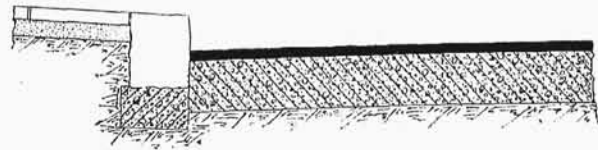
Przejdę teraz do bruku z naturalnego kamienia miękkiego, to jest z wapienia asfaltowego (rys. 16).

Ponieważ układanie bruku asfaltowego wymaga prak-

tycznej znajomości samego materiału i doświadczenia w sposobie przygotowania, do czego niezbędne jest urządzenie specjalnej fabryki, przeto wykonywanie bruków asfaltowych powierzane bywa zwykle wykwalifikowanym firmom, a rzadko kiedy wykonywane jest sposobem gospodarczym.

Nie będę też opisywał przebiegu samej roboty, lecz zwrócić tylko uwagę na zalety i wady tego bruku i na własności używanego materiału.

Asfalt czysty jest naturalnym produktem, powstałym z rozkładu części roślinnych i zwierzęcych. Produkt ten w płynnym stanie nazywamy naftą, w stanie ciągnącym nazywamy bitumem, a w stanie stężonym asfaltem, lub żywicą



Rys. 16.

ziemną. Asfalt jest nierozpuszczalny w wodzie, rozcieńczonych kwasach i alkaliach, lecz rozpuszczalny w oleju skalnym (z którego powstał), w olejach eterycznych i kwasie azotowym.

Przy 25°—40° C. asfalt mięknie, przy 100° C. topi się, a w 250° pali się jasnym płomieniem. Asfalt jest złym przewodnikiem ciepła, głosu, elektryczności, jest elastyczny i prawie zupełnie odporny na wilgoć.

Do bruków nie używa się czystego asfaltu, lecz wapień nasycony bitumem.

Kamień asfaltowy używany do bruku nie powinien posiadać więcej niż 8—10% bitumu. Materiał zawierający niżej 8% daje powłokę mało elastyczną, która nie komprymuje się dostatecznie, wskutek czego staje się porowata, przyjmuje wodę. Przy 12% bitumu bruk, pod działaniem słońca mięknie, koła i podkowy odgniatają znaki, a powierzchnia cała, posuwa się za ruchem i spadkiem ulicy, wytwarzając na powierzchni fałę.

Kamień asfaltowy nagrany rozsypane się na proszek brunatny, który w gorącym stanie sypie się na ulicę. Przy nagrzewaniu trzeba unormować temperaturę 100°—150°, stosownie do % bitumu, tak, aby bitum nie wyparował, co spowodowałoby zepsucie materiału, a przytem, aby proszek był jak najbardziej gorący.

Do sprawdzenia zawartości bitumu i zbadania, czy niema w kamieniu szkodliwych zanieczyszczeń, służy prosty sposób mechaniczny.

Ponieważ bitum łatwo się rozpuszcza w terpentynie, eterze, benzynie, więc odważoną dokładnie porcję proszku kamienia zalewamy jedną z tych cieczy. Kiedy bitum się rozpuści, powstanie roztwór ciemno zabarwiony, który przelewamy do drugiego naczynia i zostawiamy w spokoju, dopóki nalany płyn się nie ulotni. Pozostały osad będzie czystym bitumem, który dokładnie zważyć można. Gatunek bitumu poznamy, jeśli go nagrzemy do temperatury 220°—230° i obserwować będziemy stopień jego ulatniania się.

Im mniej ulatnia się, tem gatunek jego jest wyższy.

Osad z kamienia pozostały po wylugowaniu bitumu da proszek, z koloru i konsystencji którego wnioskujemy o jego zanieczyszczeniach. Jeśli pozostały proszek jest biały i w dotknięciu miękki, to jest to proszek czysto wapienny. Jeśli jest koloru szaro-brudnego i ostry, to zawiera domieszki smołowe i piasek, które obniżają wartość materiału.

W praktyce mojej robiony był bruk asfaltowy z kamieni dwóch miejscowości: z San Valentino (w Abruzzach) i z Limmeru koło Hanoweru. Oba materiały zawierały około 11% bitumu, różniły się tylko innymi domieszkami. Limmer posiadał bitumu 11%, wapienia 70 i innych domieszek 19%. San Valentino bitumu 10, wapienia 80 i innych 10%. W pracy okazał się lepszym Limmer. San Valentino przy gwałtownych skokach naszej temperatury pękał, z czego należy wnosić, iż dla naszego nierównego klimatu, potrzeba materiału więcej bitumicznego.

Powierzni asfaltowej, której grubość po uwalcowaniu i ubiciu powinna być 5 cm, nie można uważać za zdol-

na do przenoszenia na większą powierzchnię dźwiganych przez bruk ciężarów. Ciśnienie przeniesione bezpośrednio na podstawę musi przyjąć i rozłożyć płyta betonowa. Z tego też powodu grubość betonu pod bruk asfaltowy musi być zwiększona do 25 cm. Gruby beton ma również chronić powłokę asfaltową od przesiąkania wody gruntowej, wydobywających się często z gruntu gazów, które mogłyby naruszyć stałość warstwy, lub zrobić asfalt porowatym. Dla tego również powodu, przed sypaniem proszku asfaltowego beton musi dokładnie wyschnąć, aby po nasypaniu gorącego proszku wilgoć w nim zawarta nie parowała i para nie rozluźniała powierzchni.

Przed sypaniem proszku beton powinien schnąć 9—10 dni. Dla skrócenia tego terminu i dla większej pewności suszy go się piaskiem gorącym. Aby otrzymać po uwalcowaniu i ubiciu 5 cm grubości asfaltu, należy sypać 7—8 cm proszku; ponieważ żadne ubicie nie skomprymuje tak powłoki, jak następna jazda, licząc na to, że grubość powłoki jeszcze się zmniejszy, należy wszelkie części żelazne ustawić jeszcze niżej o 1 do 1,5 cm.

Proszek po nasypaniu go i zrównaniu linią prasuje się gorącymi i stale grzаныmi walcami wagi od 200 do 300 kg. Następnie puszcza się walec większy wagi do 875 kg, a na koniec ubija się grzаныmi ubijakami wagi 20—22 kg. Ponieważ przy przedmiotach żelaznych ani walce, ani ubijak dokładnie nie dosięgnie, asfaltu nie ubije, wzmacnia się powłokę przez prasowanie gorącymi żelazkami do prasowania wagi 10 kg.

Tak wykończony bruk posypuje się cienką warstwą piasku i po ostygnięciu oddaje do użytku.

Bruk asfaltowy był u nas dotąd mało stosowany z kilku względów. Pierwszym była niestalość gruntu ulic naszych porytych przekopami kanalizacyjnymi, wodociagowymi, gazowymi, elektrycznymi, telefonicznymi i przekopami różnych instalacji domowych. Po drugie dla ostrych warunków ruchu naszego, których nie można było zmienić ani przez generał-gubernatora, ani przez ministerium, gdyż oberpolicmajster uważał to za niemożliwe i niewygodne dla niego.

Wreszcie wprowadzenie jego w większej ilości byłoby względnie drogie z powodu wysokiego cła na materiał surowy.

Mimo jednak uprzedzeń wszelkich władz i komisji, które dostatecznie właściwości materiału nie znają i niedoceniają, jestto bruk przyszłości wszystkich większych miast, a więc i Warszawy. Ze wszystkich znanych materiałów do bruku dotąd asfalt prasowany odpowiada największej liczbie warunków, żądanych od dobrego bruku. Ma on jednak i swoje strony ujemne, które są: trudne połączenie z częściami żelaznymi, ślizkość przy każdej zmianie temperatury, i niezbędność stałej pieczy i napraw. Asfalt zato nie wymaga prawie nigdy całkowitej zmiany powierzchni, gdyż przez stałe naprawy renowuje się powierzchnia sama przez się, używalność więc jego jest stała i długa.

Zwykle przedsiębiorca wykonywujący robotę przyjmuje za nią odpowiedzialność 4 do 5 lat bezpłatnie. Następnie otrzymuje stałą zapłatę od metra kwadratowego powierzchni, od 30 do 75 kop., stosownie do warunków ulicy (t. j. czy są na niej tramwaje, czy nie), stosownie do ostrości i gęstości ruchu. Za tę cenę musi przedsiębiorca utrzymywać ulicę stale w dobrym stanie. Koszt pierwszego urządzenia bruku asfaltowego u nas wynosi rb. 10, a trwałość jego można obliczyć na 12 do 18 lat.

Opisane 4 gatunki bruków z kamieni naturalnych są najważniejsze i przeważnie stosowane, przejdziemy teraz do bruków z innych materiałów, jak drzewo, glina, lub bruków ze sztucznych kombinacji, znanych nam już materiałów kamienia, asfaltu, smoły i t. p.

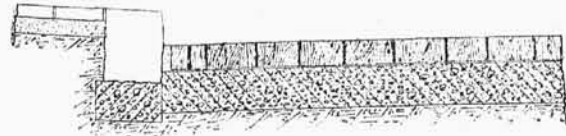
### Bruk z drzewa.

Bruk z kostek drewnianych przyjął się u nas jako typ bruku ulepszonego dla ulic pierwszorzędných, wymagających cichej jazdy. Przyjął się z dwóch powodów: dla łatwości zdobycia dostatecznej ilości materiału i dla względnej taniości pierwszego urządzenia tego bruku. Rachunek okazuje się fałszywym, gdyż, jak zobaczymy, służba powierzch-

ni jest krótka, a zmiany kosztują dużo pieniędzy i dają dużo niewygody i mieszkańcom i wykonawcom.

Jedynymi zaletami bruku drewnianego jest cicha, miękka jazda i lekkość materiału, mająca znaczenie przy brukowaniu mostów.

Bruk drewnianego nie można zaliczyć do bruków higienicznych, gdyż jest wsiąkliwy, czego nie usuwa nasycanie go substancjami przeciwgnilnymi, jak siarczan miedzi, kreozot, smoła i t. p. Nasycania te nie zabezpieczają również kostek przed pęcznieniem i ruch powierzchni przy zmianach wilgoci i temperatury jest nieunikniony, wskutek czego powierzchnia bruku bywa chwilami przepuszczalna, co znów bardzo ujemnie wpływa tak na bruk, jak i jego podstawę.



Rys. 17.

Drzewo układa się jak i inne bruki rzędowe na podstawie betonowej 15—20 cm grubości, z dokładnie do profilu wygładzoną powierzchnią. Kostki ustawiają się rzędami prostopadłymi, ukośnymi, lub nawet równoległymi do podłużnej osi ulicy (rys. 17). Przy układaniu rynsztoków trzeba pamiętać o pęcznieniu drzewa i pozostawić przy obrzeżu spoinę szerokości 3 do 5 cm, którą zapelnia się od dołu piaskiem, górną połowę gliną. Spoiny między kostkami zalewa się zaprawą cementową 1 : 4, dla dokładnego wypełnienia spoin i zabezpieczenia, chociaż w pierwszej chwili, od wody deszczowej, która dostawszy się pustą szczeliną pod bruk, znosi go często na dużych nawet przestrzeniach. Innego znaczenia nad chwilowe zabezpieczenie bruku przed wodą cement nie ma, gdyż, jak mówiłem, kostki ze zmianą temperatury zmieniają objętość, są ruchome i spoiny się rozluźniają. Ten sam skutek daje się osiągnąć, zasypując szczeliny piaskiem na pełno i zalewając następnie rzadką, gorącą do 60°, smolą gazową. Smoła wsiąka dość głęboko w piasek i kostkę, robi powierzchnię tłustą i zabezpiecza przed wodą tak długo, aż się powierzchnia zajeżdża, kostki się ze sobą złączą. Smołowanie wypada drożej od zalewania cementem, ma jednak tę zaletę, że smoła pochłania kurz, który przy zalewce cementowej i posypaniu bruku żwirkiem staje się plagą przechodniów. Wrogiem bruku drewnianego jest woda deszczowa, jak i polewana przez stróżów. Niema prawie chwili, aby bruk był zupełnie szczelny, woda dostawszy się pod kostkę, spływa po poprzecznym profilu podstawy betonowej do rynsztoków, gdzie, nie mając odpływu, zbiera się i wznosi powierzchnię bruku tak, że kostki często pływają. Spotkałem się ze zdaniem, że dobrze jest układać kostkę nie wprost na betonie, lecz na cienkiej warstwie piasku, która wodę wehłania. Jestto tylko złudzenie, bo nie piasek zabiera wodę, lecz woda zabiera piasek, przenosi go na niższe miejsca, tworzy wały, które usunąć się nie dadzą inaczey, jak przez całkowitą rozbiorę i przeróbkę bruku na znacznych przestrzeniach. Drugą złą stroną piasku jest stałe utrzymywanie wilgoci, która rozmiękcza kostkę i również, jak i wielokrotne polewanie bruku podczas dnia, czyni ją podatniejszą do zniszczenia przez jazdę.

Pierwszym powodem niszczenia bruku drewnianego jest nierówność powierzchni bruku. Dlatego bardzo ważną rolę odgrywa dokładność rznienia kostek. Wyrównywanie różnicy wysokości kostek piaskiem wywołuje smutne następstwa wyżej przytoczone.

Z praktyki doszedłem do wniosku, iż bruk drewniany musi leżeć bezpośrednio na betonie, a przed zgubnym działaniem wody powinien być zabezpieczony urządzeniem, na powierzchni podstawy, prawidłowego odpływu wody za pomocą sieci rynienek, t. j. wgłębień w betonie, które wodę prowadzą do rynsztoka, skąd przez ażurową kratkę w żelaznej pokrywie wpustu ulicznego spłynie do studzienki ulicznej (rys. 18).

Tu należy zwrócić uwagę, iż dobroć bruku drewnianego nie polega głównie na twardości materiału, a raczej na

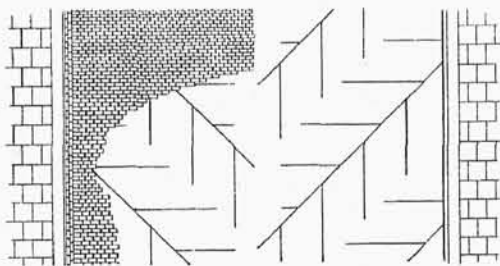
równomiernem zużywaniu się powierzchni, co jest wynikiem równości gatunku drzewa i gęstości w nich słoii. Nieodzowne też jest doskonale sortowanie bali przeznaczonych na kostkę, oraz gatunkowanie wyrżniętych z tych bali kostek.

Koszt urządzenia 1 m<sup>2</sup> bruku drewnianego na betonowej podstawie grubości 0,20 m wynosi rb. 6,40 do rb. 7,50, w zależności od nasycenia siarczanem miedzi, lub kreozotem.

Zmiana powierzchni nowem drzewem kosztuje rb. 3,60 do rb. 4,80.

Przełożenie tego samego drzewa z wyrównaniem piaskiem różnicy wysokości kostek kosztuje rb. 0,60 metr kw.

Drobne naprawy rb. 0,55 metr kw. roboty wraz z materiałem.



Rys. 18.

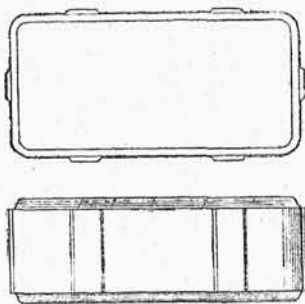
Czas służby powierzchni drzewa jest krótki i zależy od intensywności i gatunku ruchu. Na ulicach z ostrym ruchem lat 2 do 3, po których należy kostkę przełożyć. Przełożona powierzchnia służy 1—2 lat, po których musi być zamieniona nowem drzewem.

Na ulicach mniej ruchliwych okres pierwszy przeciąga się do 5 lat, drugi do 3-eh. Drobne naprawy są nieuniknione w każdym roku.

Muszę jeszcze zwrócić uwagę na jedną niewygodę przy tym bruku, wynikającą z prędkiego zjeżdżania powierzchni, które wynosi od 1 do 3 cm rocznie. Wszystkie części żelazne, znajdujące się na ulicy, a osadzone w betonie, bardzo prędko okazują się za wysokie i koła spadając z nich, wybijają doły w bruku. W celu zaradzenia złemu, trzeba albo podnosić bruk przy częściach żelaznych i tworzyć przy nich wypukłe wyspy, lub obniżać te przedmioty, których wysokość jest dowolna. To znów ma te złe strony, że niszczy beton i puszki żelazne, a szyny, jako nie dające się obniżyć, pozostając w górze, utrudniają jazdę i ulegają silnemu zniszczeniu.

### Klinkier.

Bruk sztuczny, t. zw. klinkier, wyrobiony na wzór peszteńskiego, z gliny niemarglowej, doskonale zlasowanej, mialko mielonej, z której wyformowane kamienie muszą być prasowane pod silnem ciśnieniem, a następnie wy-



Rys. 19.

palone w wysokiej temperaturze (rys. 19). Kamień taki jest bardzo twardy, o powierzchni szorstkiej nie zeszlonej ma jako zaletę jednolitość materiału, wskutek czego zużywa się równomiernie. Bruk z klinkieru ułożony na podstawie betonowej, na zaprawę cementową, jest bardzo równy, nieprzepuszczalny, higieniczny, o wyglądzie estetycznym. Może być użyty w miastach gubernialnych na ulicach pierwszorzędnych. W miastach stołecznych na ulicach mniej ruchliwych.

Układa się jak wszystkie kamienie rządowe. Kamień kosztuje rb. 5,50 metr kw., a koszt ułożonej powierzchni

równa się kosztowi bruków mozaikowych. Wyższość jego nad tamtymi jest ta, że kamienie, mając kształt z obu stron jednakową, mogą być przełożone. Ujemną zaś stroną jest twardość jego i złam muszlowy, wskutek których kamienie przycinać się nie dają. Z tego też powodu muszą być formowane połówki i trzywierzciówki, aby kamienie na wiązanie mogły być ułożone.

### Makadam.

W ostatnich czasach po wielu kongresach, na których sprawy wzmocnienia powierzchni ulic były omawiane, nastąpił silny zwrot w kierunku bruków z materiałów przygotowanych sztucznie i kładzionych bądź w postaci kamieni lub płyt, bądź też jako mieszanina wprost na powierzchnię podstawy nasypiana i na miejscu walcowana.

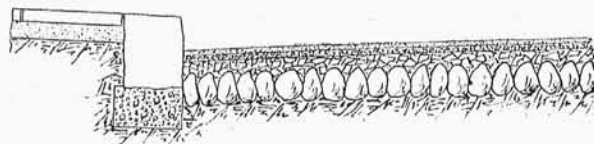
Ponieważ najwięcej zalet wykazały bruki bitumiczne, więc i przy fabrykacji tych kamieni sztucznych użyto, jako spoidła, bitumu i smoły.

Do takich bruków zaliczyć musimy makadamy smołowo-asfaltowe, z których jeden systemu „Bitermak“ w Warszawie na ul. Chopina został ułożony.

Makadam, jak sama nazwa wynalazcy szos wskazuje, jest to szosa, w której tłuczeń jest smołą lub bitumem spojony.

System „Bitermak“ różni się od innych tem, że cała grubość powłoki nie jest odrazu, z różnej wielkości kamienia, formowana, lecz kolejno trzema warstwami nasypywana, z tych dwie ostatnie, każda oddzielnie jest walcowana. Prócz tego właściwością systemu jest to, że dwie pierwsze warstwy są tylko smołą spajane, trzecia zaś zmieszana z wapieniem asfaltowym i portland cementem (rys. 20).

Warstwa pierwsza ma grubość tłucznia 6—8 cm, warstwa druga 2—3 cm, warstwa trzecia 2—6 mm.



Rys. 20.

Kamień musi być zdrowy, czysty, mocny. Może nim być granit, choć lepszy jest bardziej porowaty, jak lawa, szara waka i t. p.

Grubość bruku po uwalcowaniu winna wynosić 10 cm, z czego dwie pierwsze warstwy powinny mieć 8 cm, ostatnia 2 cm. Warstwy pierwsze walcuje się ciężkim walcem ręcznym, warstwę ostatnią najpierw ręcznym ciężkim, a po kilku dniach walcem szosowym 10-tonnowym. Tu znów z osobistego doświadczenia muszę zwrócić uwagę na następujące rzeczy: Fundament pod makadam smołowy musi być wsiąkliwy; więc nie beton, lecz szosa lub kamień stawiany sztorcem, zasypany tłuczniem i uwalcowany. Jestto dlatego konieczne, że przy walcowaniu warstwa się rozgrzewa, smoła z kamienia ścieka i jeśli jej podstawa nie wessie, wyciska się na wierzch, rozluźnia wierzchnią warstwę bitumiczną i psuje ścisłość bruku. Ten błąd popełniono na ulicy Chopina i temu należy przypisać gorszy wynik próby tego bruku.

Mojem zdaniem, jest to bruk doskonały, higieniczny i poleciłbym go, jako trzeci typ dla miast gubernialnych. W miastach stołecznych może być używany tylko na ulicach o charakterze parkowym, lub w dzielnicach fabrycznych na ulicach z ruchem ciężkim, ale wolnym. Wadą tego bruku jest, że nie znosi postojów końskich, konie bowiem wygrzebują hacelami dziury. Znosi zato największe ciężary, nadaje się więc do ruchu automobilowego.

Koszt metra kw. tego bruku wynosi rb. 6,00. Przedsiębiorca urządzający daje 3-letnią gwarancję bezpłatną, przez następnych 7 lat otrzymuje po 0,35 rb. za metr powierzchni bruku, za co musi utrzymać go zawsze w dobrym stanie.

### Szosa.

Przy tej sposobności muszę wspomnieć i o szosach. Miasta, które nie będą w możności zaprowadzenia odrazu

bruków ulepszonych, a mają dobry materiał szosowy: mogą się długi czas posługiwać szosami, które jednak radziłbym urządzać na takiej wysokości, aby w przyszłości, jako fundament do bruków ulepszonych służyć mogły. Następnie szosy nowe, lub świeżo odnowione, o czystej powierzchni, należy utrzymywać smolą gorącą. Smoła wtłaczana w powierzchnię szosy pod ciśnieniem, zapomocą maszyn, utrwała powierzchnię, zabezpiecza pory od wsiąkania wody i jej działania destrukcyjnego, chroni od prędkiego tworzenia się wyboi i pochłania kurzu, który jest najgorszą niedogodnością szos.

Koszt smolowania, który wynosi rb. 0,40 na metr kw., pokrywa się bardzo prędko oszczędnością na remoncie.

O różnych nowych próbach kamieni sztucznych, płyt asfaltowych, kamieni z asfaltu i betonu i t. p. nie wspominać, gdyż są to rzeczy względnie drogie, mało różniące się ceną od wymienionych przeze mnie typów, a ustępujące im często znacznie w wytrzymałości bruku.

Aby łatwiej mógł każdy zorientować się co do wartości i taniości różnych bruków, wykażę ich właściwą wartość w stosunku do ich wytrzymałości, czyli lat służby.

Dla właściwej oceny wartości bruków musimy sprowadzić je do wspólnego mianownika, t. j. do jednej liczby lat służby, do średniego okresu służby dobrych bruków, jak kostka granitowa lub asfalt. Weźmiemy do porównania okres 15-letni i wciągniemy jako czynniki: koszt urządzenia pierwotnego, koszt zmiany powierzchni i przełożenia powierzchni, koszt drobnych remontów, niezbędnych przez te lata, oraz wartość pozostałego materiału i 4 procenty od wykładanego kapitału. Te dane zsumowane razem i rozdzielone na lata służby, dają nam właściwy koszt bruku, którym przy wyborze typu kierować się powinniśmy.

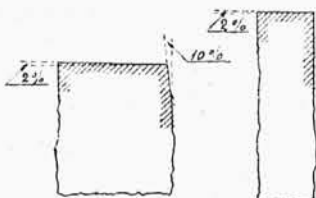
Z zestawienia (p. str. 96) okazuje się, że najtańszym brukiem jest bruk z kamienia polnego. Ten typ jednak, jako nie posiadający żadnych zalet technicznych, higienicznych ani estetycznych, pomijam. Stosowanie jego jest tylko smutną koniecznością, a i ta taniość niedaleko od kosztu bruków ulepszonych odskakuje. Metr kw. bowiem tego bruku kosztuje rocznie rb. 0,93. Najtańszy bowiem z bruków ulepszonych, klinkier, kosztuje rocznie 1,00 rb. m<sup>2</sup>, po nim następuje makadam z ceną 1,13 rb., potem bruk z kostki granitowej grubej na piasku i bruk mozaikowy, oba typy równej wartości po 1,23 rb. m<sup>2</sup>. Po nich następuje najwykwintniejszy z bruków, bruk z tłoczonego asfaltu z kosztem 1,54 rb. rocznie, dalej bruk kostkowy pierwszej klasy na cemente lub gładzie, kosztuje 1,72 rb. m<sup>2</sup>. Wreszcie najwyższe miejsce co do ceny, a najniższe co do wytrzymałości zajmuje drzewo z kosztem 2,24 rb. rocznie.

Zestawienie to dowodzi jasno prawdziwości uwagi, zrobionej poprzednio, że nie zawsze najtańszym jest bruk ten, którego pierwsze urządzenie taniej kosztuje, i że względem taniości nie zawsze o typie decydować powinien.

Na podaniu powyższych typów kończę kwestyę umocowania jezdni; pozostaje jeszcze umocowanie drugiej części ulicy, to jest chodników.

### O b r z e ż a.

Chodniki powinny być oddzielone od jezdni obrzeżami dla kilku powodów. Dla oszczędności miejsca, dla estetycznego wyglądu ulicy. Dla oddzielenia ruchu kołowego



Rys. 21.

od pieszego i dla zabezpieczenia przechodniów od zalewów wodą deszczową z jezdni. Umocowanie brzegów chodników brukiem z kamienia polnego powinno być zupełnie zarzucone. Aby kamień mógł się na pochyłości utrzymać, musi być płaszczyzna bruku co najmniej 1:1, częściej

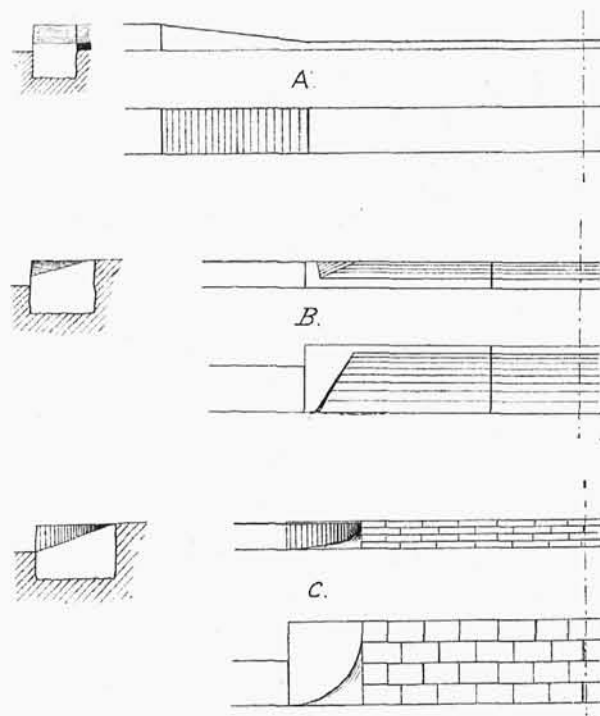
1 1/2 : 1 nachylona, co przy głębokości rynsztoka 0,20 m daje 0,30 straty jezdni lub chodnika. Kamienie na tej pochyłości trzymają się słabo i przy każdym najechaniu, przez uderzenie kół, bywają wytrącone lub poruszone. Ulice ruchliwsze muszą mieć obrzeża, a te, stosownie do wielkości ruchu, z mniej lub więcej twardych materiałów stosowane.

Z miękkich materiałów używany jest: piaskowiec, kwarcyt, marmur.

Z twardych: bazalt, porfir, granit.

Kształt obrzeży bywa dwojaki.

Obrzeża wąskie a głębokie (rys. 21), stawiane bez fundamentu, mają wymiary 0,10 do 0,15 m szerokości i 0,50 m głębokości i obrzeża szerokie, stawiane na fundamencie betonowym, mają szerokości 0,30 m, głębokości 0,35, a grubości betonowej warstwy lub podmurówki z cegły 0,2 m. Co do przecięcia poprzecznego, to wierzch obrzeża musi być nachylony według spadku chodnika, t. j. 2%. Od strony jezdni, na głębokości najmniejszego światła rynsztoka, t. j. 0,10 m, obrzeże nie powinno być też pionowe, lecz nachylone ku chodnikowi do 10%, aby koła nadjeżdżających dorożek nie mogły uszkodzić wierzchniego kantu kamienia.



Rys. 22.

Obrzeża muszą mieć obie strony do pewnej głębokości czysto obrobione. Lico, na głębokości światła rynsztoka i wysokości kostki, t. j. 0,33 m, i tył na grubość płyt chodnikowych 5—8 cm głęboko. Długość kamieni jest dowolna, pożądana większa, byle kamienie nie były zbyt ciężkie do przenoszenia i ustawiania.

Cena obrzeży piaskowcowych rb. 3, kwarcytowych 3,60, granitowych 5,50 rb. m bież. Ustawianie na piasku 0,30 rb., na betonie 0,75 rb. m bież.

Cenę obrzeży szerokich podnosi fundament betonowy, który wraz z ułożeniem kosztuje 1,35 rb.

Słabą i niewygodną stroną obrzeży są wjazdy do bram posesyi (rys. 22). Trzy są używane sposoby urządzania wjazdów: pierwszy, używany w Berlinie, jest opuszczanie bortnic na szerokości bramy aż do 5 cm światła rynsztoka i przejścia do pierwotnej wysokości kamieniami o ukośnię ściętym wierzchu. Ma to dwie ujemne strony, t. j. niezbędność podkładania przy wjeździe mostku ze ściętego bala 0,05 m grubości i bardzo nieestetyczny wygląd podłużnej linii obrzeży i pofalowanej powierzchni chodnika.

Drugi sposób jest ustawianie specjalnych kamieni wjazdowych długości normalnej bramy, t. j. 3,7 m, szerokości 0,40 m, ze ściętym kaniem frontowym.

Kamień taki nie psuje ani wyglądu linii bortnic, ani powierzchni chodnika, ale ma tę ujemną stronę, że idący blisko brzegu nie spostrzega często ściętej nachylonej powierzchni, oślizguje się na niej i może upaść, przytem na-

Tablica porównawcza rocznego kosztu bruków w przeciągu ich 15-letniej służby.

R o k	Bruk zwyczaj.	Klinkier	Makadam	Kostka III kl. na piasku	Mozaikowy	Asfalt	Kostka I kl. na betonie	Drzewo
1	3,00	7,40	6,00	8,60	7,40	10,00	13,00	7,50
2	0,47	0,32	0,24	0,66	0,32	0,40	0,87	0,85
3	0,49	0,34	0,25	0,69	0,34	0,42	0,90	0,88
4	0,50	0,35	0,26	0,72	0,35	0,43	0,94	0,97
5	1,28	0,36	0,62	0,74	0,36	0,45	0,98	0,96
6	0,58	0,38	0,64	0,77	0,38	1,22	1,02	5,25
7	0,60	0,39	0,67	0,80	0,39	1,27	1,06	1,21
8	0,63	0,41	0,70	0,83	0,41	1,32	1,10	1,25
9	0,65	0,43	0,72	0,86	0,43	1,37	1,14	1,30
10	1,43	0,44	0,75	0,89	0,44	1,42	1,19	1,41
11	0,73	1,93	3,43	0,94	5,23	1,47	1,24	1,41
12	0,76	0,54	0,57	0,97	0,67	1,52	1,29	5,72
13	0,79	0,57	0,59	1,00	0,70	1,57	1,34	1,70
14	0,81	0,59	0,97	1,07	0,73	1,62	1,39	1,77
15	1,62	0,61	1,01	1,10	0,75	1,67	1,45	1,84
Wartość materiału	14,34	15,06	17,42	20,64	18,90	26,15	28,91	34,02
Koszt przez lat 15	— 34	—	— 0,42	— 2,20	— 0,50	— 2,97	— 3,08	— 0,50
Koszt roczny . .	$\frac{14}{15} = 0,93$	$\frac{15,06}{15} = 1,00$	$\frac{17,0}{15} = 1,13$	$\frac{18,44}{15} = 1,23$	$\frac{18,40}{15} = 1,23$	$\frac{23,18}{15} = 1,545$	$\frac{25,83}{15} = 1,72$	$\frac{33,52}{15} = 2,24$

chylenie kamienia jest strome 30%, przez co wjazd jest dość trudny. Koszt kamieni wjazdowych 14,0 rb. *m b.* Trzeci sposób to umieszczanie na obu rogach wjazdu kamieni fasonowych o rogach zaokrąglonych, a między nimi zabrukowanie płaskie kostką, na szerokość 4 kostek. Sposób ten, używany dużo we Włoszech, jest tańszy od kamieni wjazdowych, ale posiada te same, co i one wady.

#### Narożniki.

Narożniki chodników, przy krzyżowaniu się ulic, bywają najsilniej przez jazdę atakowane, powinny być zatem zawsze umocowane kamieniami sporej wagi i z twardych materiałów.

Dla narożników muszą być przygotowane kamienie granitowe łukowe o różnych promieniach, zwykle 3—4—5-metrowych. Cena kamieni łukowych 6,0 rb. *m bież.*

#### Chodniki.

Umocowanie powierzchni chodników bywa różne, stosownie do posiadanych w danej miejscowości materiałów. Co do ogólnych uwag powiedzieć muszę, iż sposób układania chodników winien być zastosowywany do tego, co w danym mieście na pasie chodnikowym się mieści, jakie urządzenia miejskie na tej części ulicy są przeprowadzone. Ponieważ jezdnie są przeważnie pokryte brukami na grubych fundamentach, powinny być na nich umieszczane te urządzenia, do których jak najrzadziej trzeba się dostawać, a więc: kanały i wodociągi, wszelkie zaś inne trasy, jak gazowe, elektryczne, telefoniczne powinny się mieścić pod łatwo dostępnymi chodnikami. Trasy te powinny mieć ustalone z góry miejsce, aby jedne drugim nie przeszkadzały i aby je zawsze, na pewno, można odszukać, lub powinny mieścić się we wspólnym, murowanym, dostępnym kanale.

Jeżeli mamy powierzchnię takiego chodnika utrwalić, to wskazanem jest, aby części na trasach leżące były innym, mniej solidnym i łatwym do rozbiórki i naprawy materiałem założone, a tylko pas stały powinien być droższym materiałem, często na fundamencie ułożony.

Chodniki takie, z różnorodnych materiałów układane, mają wygląd więcej urozmaicony i więcej estetyczny, mogą być w różne desenie i w różnych kolorach układane.

Materiały do umocowania chodników są różnorodne, począwszy od żwiru i kamienia polnego a skończywszy na płytach terrakotowych i asfalcie. O pierwszych dwóch materiałach nie mówię, mogą one być stosowane tylko na trzeciorzędnych ulicach.

Przechodzę odrazu do betonu, który się okazał najtańszym materiałem dla Warszawy, wskutek czego miasto założyło własną fabrykę płyt betonowych i typ ten chodników przyjęło za ogólny. Płyty są wyrabiane kwadratowe 0,50 × 0,50 *m* i połówki 0,25 × 0,50, grubości 0,05 *m*. Płyty układane są na warstwie piasku 0,08 *m* grubości, a spoiny ich zalewane zaprawą cementową 1 : 3.

Koszt urządzenia chodnika wynosi 3,60 rb. *m<sup>2</sup>*. Powierzchnia chodników jest dość twarda, mniej przyjemna do chodzenia niż piaskowiec lub asfalt.

Rocznej naprawy wymaga mniej więcej 5 do 10% całej powierzchni, a kosztuje ona 0,50 rb. *m<sup>2</sup>*.

Wygląd powierzchni bardzo monotony.

Z innych materiałów nie nadają się do chodników wszelkie materiały twarde, jak: bazalt, porfir, granit, asfalt tłoczony, drzewo dębowe i t. p., bo przez chodzenie szlifują się i są bardzo ślizkie.

Odpowiednimi, choć droższymi są: piaskowiec, klinkier i asfalt lany.

Asfalt lany musi być kładziony na podstawie betonowej; grubość warstwy asfaltu 0,03 *m*, podstawy 0,08—0,10 *m*. Metr kw. kosztuje 4 rb.

Piaskowiec w płytach jest drogi i płyty muszą być dość ciężkie, gdyż grubość ich nie może być zbyt mała przez wzgląd na koszt obróbki i łamliwość; z tego powodu, dla wygody roboty i taniości, piaskowiec powinien być używany w kubikach 8—10-centymetrowych. Kubiki układa się na lekkiej zaprawie wapiennej lub nawet wprost na piasku, zalewając spoiny mlekiem wapiennym. Koszt metra kw. takiego chodnika wynosi 3,50 rb.

Chodnik taki ma dużą zaletę — łatwość rozbiórki, przy której materiał mało się niszczy, oraz bardzo miły wygląd, może być bowiem ułożony w kolorach i w desenie.

Klinkier (a nie terrakota), grubości 8 *cm*, ułożony na lekką zaprawę wapienną, jest doskonałym materiałem chodnikowym, ma bowiem powierzchnię szorstką, przytem kamienie są tak twarde i trwałe, że przy przekładaniu nie niszczą się. Koszt metra kw. 4,5 rb.

Kostki drewniane z drzewa sosnowego 8 *cm* wysokości, ułożone na fundamencie gruzowanym, zalane mlekiem wapiennym lub smołą, dają wygodny chodnik. Nie można go jednak układać na całej szerokości od muru do obrzeża, ze względu na pęcznienie drzewa. Koszt 1 *m<sup>2</sup>* — rb. 3.

To są główne typy chodników dla naszych miast; prócz tych używane są płyty marmurowe lub granitowe; są to materiały względnie drogie a bardzo niepraktyczne, gdyż szlifują się prędko i są tak ślizkie, że nawet letnią porą muszą być nacinane.

#### Wjazdy do bram.

Wjazdy do posesji muszą być umocowane materiałami, wytrzymującymi ciężary wozów i uderzenia podków. Do takich należą asfalt lany 0,037 *m* grubości, kostka granitowa, bazaltowa lub drewniana.

Materiały te układa się na podstawie betonowej 0,10 do 0,15 *m* grubości, jedynie grubą kostką granitową można układać na fundamencie piaskowym lub żwirowym.

Na tych uwagach kończę umocowanie powierzchni ulic i sądzę, że według podanych myśli każdy z techników miejskich zorientować się potrafi, co w danych warunkach wybrać należy, jak posiadane materiały zastosować.



Jedną jeszcze kwestyą pozostaje do omówienia, kwestyą niszczenia z trudem i wielkim kosztem urządzonej powierzchni bruku.

Jestto, że się tak wyrażę, sprawa osobista techników miejskich, bo nikt z mieszkańców nie wgląda w przyczyny niszczenia bruku, lecz każdy chętnie składa winę na jego bezpośredniego wykonawcę. I jakże może być inaczej, kiedy ten sam obywatel widział taki sam bruk w Berlinie lub w Paryżu, i tam był doskonały, a u nas ciągle się psuje. Tak się wydaje na pierwszy rzut oka, lecz jestto sąd powierzchowny i niesłuszny, bo tenże sam bruk, w różnych miastach różnie pracuje, stosownie do warunków jazdy i klimatu.

Rodzaj i intensywność ruchu, w stosunku do szerokości jezdni tworzy warunki, wskutek których ten sam rodzaj bruku w różnych miejscach zupełnie inaczej się zachowuje. W Warszawie bruk wiele silniej pracuje, niż w innych miastach stołecznych, ze względu na wąskość ulic, bardzo prędką jazdę, kucie koni na ostre hacce przez rok cały, wąskość kół wozów ciężarowych i żelazne obręcze na kołach.

Przy tych okolicznościach warunki pracy bruku w Warszawie są tak ciężkie, że różne i nowe systemy, które w miastach zagranicznych dały wyniki dodatnie, u nas są niemożliwe do zastosowania.

Drzewo naprzykład, które u nas, jako jedyny cichy bruk jest stosowane, leży w Londynie świetnie; u nas na ulicach pierwszorzędnym wytrzymałe 2 do 3 lat, a w dobrym stanie faktycznie znajduje się tylko w przeciągu roku pierwszego. I cóż pomoże najstarsze wykonanie, zastosowanie wyborowego materiału, kreozotowanie kostek, układanie na smołę i t. p. ulepszenia, kiedy kostka zdziera się mechanicznie ostrymi hacelami i obręczami kół średnio 2 cm rocznie.

Znając przyczynę złego, zdawałoby się, iż należy zacząć od jej usunięcia. Nie jest to jednak łatwe, bo przeszkodą jest tu uprzedzenie, wywołane złem zrozumieniem rzeczy przez obywateli miejskich.

Stoimy tu w błędnym kole, bo ciż sami obywatele narzekają na złą gospodarkę miejską, znoszą niewygodę ciągłych reparacji bruków, płacą podatki na ich remont, niszczą żywy i martwy inwentarz, a uważają za niemożliwe usunięcie przyczyny złego. Powodem niechęci usunięcia złego przez zmianę sposobu kucia, jest złe pojęta oszczędność. Hacel mniej kosztuje niż podkowa, i łatwiej go zmienić, stąd pozorna oszczędność na kuciu. Gdyby jednak zwolnicy tego systemu umieli obliczyć, ile te ostre narzędzia potrafią zniszczyć dobra ogólnego, które tenże obywatel w postaci podatku zapłacić musi, toby sami usilnie dążyli do radykalnej zmiany.

Drugim, równie destrukcyjnym czynnikiem psucia bruków są roboty koncesjonaryszów.

Każde przedsiębiorstwo robót miejskich, jak kanalizacja, wodociągi, telefony, telegrafy, towarzystwa gazowe, elektryczne, tramwajowe, lamie i rozkopuje ulice w miarę własnej potrzeby, nie stosując się do ogólnego porządku robót miejskich. Kwestyę renowacji bruku rozłamanego uważa za tak błahą w stosunku do swoich robót, że oddaje ją zwykle najtańszemu majstrówi, którego celem jest najoszczędniejsze zbicie powierzchni mu roboty. Z drugiej strony każda z tych instytucji umieszcza na ulicach najrozmaitsze części żelazne, przy których wskutek różnych twardości bruku i żelaza koła wybijają coraz głębsze doły. Największym szkodnikiem bruków są szyny tramwajowe.

Robota ich destrukcyjna wynika częściowo z kształtu, częściowo ze sposobu ułożenia szyn, a w dużej części z niedbałego traktowania robót brukarskich.

Typ szyn przyjęty u nas ma wysokość 0,16 m, szerokość głowy 0,11 m, szerokość podstawy 0,13. Wysokość bruku przylegającego do szyny wynosi 14—15 cm. Więc spód kostki leży albo bezpośrednio nad podstawą szyny, lub też w odległości 2,5 cm od niej. Szyna, jako belka elastyczna, od uderzeń kół poruszającego się od niej wagonu, drga.

Oscylacja szyny porusza znajdujący się nad jej podstawą bruk. System umocowania szyn na betonie przyjęty u nas jest najprymitywniejszy z praktykowanych za granicą. Szyny stawiane wprost na betonie umocowane są do niego zapomocą haków stalowych. Nierówność powierzch-

ni wyrównana jest zaprawą cementową lub warstwą asfaltu. Jak mówiłem, szyna drga i luzuje trzymające ją haki, następnie poruszając się ze znaczną prędkością wagon wywołuje wężowy ruch szyny, wskutek którego szyna, szczególnie w końcach, gdzie są największe jej wychylenia, kruszy podstawę betonową, tworzy zbiorniki dla wody płynącej wgłębieniami szyn, która dostaje się w dużej ilości pod szynę. Przy ruchu wagonu szyna oscyluje i przez tego, że rozluźnia bruk bezpośrednio z nią zetknięty, wtłacza jeszcze wodę z dużą siłą pod bruk, wysadzając całe jego przestrzenie. Takie są mechaniczne, niszczące przyczyny, a gdy do tego dodamy macoszę traktowanie naprawy tych uszkodzeń, otrzymamy stan, do jakiego nasze bruki przy szynach są doprowadzone. Kwestyą łączenia bruków z szynami jest jeszcze nierozwiązana; sposobów umocowania szyn i izolowania od ich ruchu powierzchni bruku jest bardzo dużo. Są to sposoby często bardzo kosztowne, a zawsze dające tylko czasowo dobre wyniki. System przyjęty u nas jest najtańszy, daje też tak złe wyniki, że przy zastosowaniu bruku z asfaltu prasowanego miasto będzie zmuszone zamienić go innym. Bezpośrednie zetknięcie bruku z asfaltu prasowanego z szyną byłoby niemożliwe. Szyna musi być oddzielona pasem innego materiału, który drganie szyn wstrzyma.

Materyałami używanymi w tym celu są: granit, drzewo, asfalt lany, a nawet sznur smolowany. Różnice trwałości dają tu zawsze wyniki wyjeżdżania kolei podłużnych, co stanowi punkt słaby tych połączeń.

Najlepiej i najbezpieczniej wydzielić cały pas szyn z asfaltu i zabrukować go drzewem lub innym materiałem.

Utrzymanie powierzchni bruków ulepszonych w czystości i suchości potęguje w wysokim stopniu ich wytrzymałość. Szczególnie duży wpływ ma utrzymanie powierzchni na drzewo, które powinno być zawsze dobrze oczyszczone, a w czasie dni upalnych stale zraszane. Trzymanie go w dżdżyste dni pod blotem, a w upalne zlewaniem, parę razy dziennie, silnymi strumieniami wody, rozmiekuje tylko powierzchnię, czyni bruk bardzo niehygienicznym i podatnym na zniszczenie, czego jaskrawym dowodem jest stan bruków drewnianych w Warszawie.

## DYSKUSYA.

P. Romuald Biberstein. Jedną, a może najistotniejszą przyczyną prędkiego zużywania się bruków na ulicach Warszawy jest nadmierne obciążenie jezdni, bezowocnym też prawdopodobnie będzie wysiłek inżynierii miejskiej zmniejszenia wydatku budżetowego na ten dział gospodarki miejskiej, o ile nie będzie usunięta przyczyna anormalnego zużycia. Żaden materiał nie okaże się dość odpornym, najstarsze wykonanie zawiedzie. Należy usunąć przyczynę złego—zmniejszyć obciążenie jezdni. W tym celu należy zwiększyć liczbę arterii komunikacyjnych w kierunku równoległym do biegu Wisły, a przede wszystkim przez udział miasta w rozstrzygnięciu spraw urzędzenia i eksploatacji warszawskiego węzła kolejowego, zapobiedz w przyszłości przewożeniu znacznej ilości towarów nadchodzących kolejami prawego brzegu Wisły przez miasto na krańce Warszawy, z dworców kolei Wiedeńskiej i Kaliskiej na Pragę i odwrotnie. Nieuwzględnienie interesów miasta przy obliczaniu kosztów przewozu towarów drogą obwodową nie mało się przyczyniło do nadmiernego wydatku miejskiego na bruk, koszt bowiem przewozu przez miasto niejednokrotnie wynosił mniej, aniżeli koszt przewozu koleją obwodową, t. j. właściwe skierowanie transportu na najbliższy odbiorczy dworzec towarowy. Wprowadzenie komunikacji miejskiej omnibusami samochodowymi zmniejszyłoby znów ruch lekki, a wynikiem wszystkiego byłaby większa trwałość bruków, a tem samem oszczędność budżetowa.

P. Zdzisław Szuk. Uwagi p. Bibersteina są słuszne i dobrze znane Wydziałowi Inżynierskiemu, niestety jednak rady na nie, przy poprzedniej władzy, znaleźć nie był w stanie. Przede wszystkim zwrócić muszę uwagę na niekorzystne warunki ulic Warszawy. Główne arterie w śródmieściu są to przeważnie ulice stare, wąskie, których szerokość nie odpowiada intensywności ruchu. Po przeprowadzeniu przez nie tramwajów, ruch na ulicach odbywa się na wąskich pasach bocznych, idzie więc prawie ciągle po tych samych miejscach, co strasznie niszczy bruk. Zaradzić temu nie można przez rozszerzenie ulic, staramy się więc stworzyć dla tych miejsc arterie równoległe z gładkim brukiem, aby choć częściowo ulżyć głównym arteriom. Zmiana warunków ruchu przez zmianę kucia z ostrego na płaskie, zaprowadzenie gumowych obręczy u kół dorożkarskich i szerokich obręczy u wozów ciężarowych, nie była zależna od Wydziału Budowlanego, lecz od oberpolicmajstra, i pomimo usilnych prośb, nie mogła być wprowadzona, natrącała zawsze na silny opór policji

i niechęć obywateli. Co do niewłaściwego rozmieszczenia stacyi, to te nie zależały od miasta, a przytem i Wydział Budowlany pracował w anormalnych warunkach, gdyż nie posiadał żadnego planu regulacyjnego, Władze, a częściowo i radcowie, uważali to za niepotrzebny

zbytek. Wskutek tego braku wszelkie rozmieszczania punktów handlowych i łączących je arteryi były przygodne i często nieodpowiednie. Dziś dopiero wypracowuje się plan regulacyjny, i według niego może będzie można poprawić nieco złe warunki ruchu.

## Podstawy teorii hydrodynamicznej turbin, wentylatorów i pomp odśrodkowych.

Podał inż. Czesław Witoszyński.

(Ciąg dalszy do str. 55 w № 7 i 8 r. b.)

§ 19. Wirniki turbinowe, ciąg dalszy. W paragrafie niniejszym będziemy mówili o pompie. Aby treść jego zastosować do turbiny, należy odwrócić przepływ cieczy, oraz kierunek obrotu wirnika.

Dotychczas w równaniu łopatki wirnika (7) § 18

$$\vartheta + \log \frac{r^{\gamma} z^{\delta}}{k} \dots \dots \dots (1),$$

stałe  $\gamma$  i  $\delta$  nie zostały określone. Od wyboru tych stałych będzie bliżej zależny kształt łopatki i jej wymiary.

Dalej przy poruszaniu wirnika ze stałą prędkością kątową  $\omega$ , odpowiadającą wysokości podnoszenia  $H$ , trzeba przezwyciężyć moment jego oporu, mający źródło w różnicy ciśnień po obu stronach łopatki. Różnicom ciśnień odpowiadają stosowne różnice prędkości po obu stronach łopatki. Jeżeli wymiary łopatki będą małe, wtedy oczywiście wskazane powyżej różnice ciśnień i różnice prędkości będą znaczne. Natomiast przy znacznych wymiarach łopatki otrzymamy ten sam moment oporu przy małych różnicach ciśnień i prędkości. Ponieważ ze względu na skutek użyteczny dbać musimy o to, aby różne strugi cieczy, przepływającej pomiędzy łopatkami wirnika jak najmniej różniły się od siebie pod względem ciśnień i prędkości, przeto powiedzieć musimy, iż wybór stałych  $\gamma$  i  $\delta$  w równaniu łopatki powinien być dokonany tak, aby łopatka miała wymiary możliwie wielkie, o ile na to oczywiście pozwalają względy praktyczne.

O ile nadal przyjmujemy raz na zawsze, iż wymiary łopatek są dostatecznie duże i liczba łopatek dostateczna, otrzymamy tak małe różnice ciśnień i prędkości w różnych strugach cieczy, iż z dostatecznym przybliżeniem praktycznym za średni ruch cieczy możemy przyjąć ruch po łopacie.

Wtedy również z dostatecznym przybliżeniem praktycznym do obliczenia wysokości podnoszenia możemy stosować wzór (3) § 14.

Oczywistem jest, iż w ruchu średnim składowe prędkości cząstki cieczy nie będą zależały od  $\vartheta$ , lecz tylko od  $r$  i  $z$ , możemy przeto uważać go za ruch symetryczny względem osi obrotu  $z$ , zależny od potencjału prądu. Jasnym jest, iż tak dla ruchu rzeczywistego, jak i dla średniego będziemy mieli  $\omega_{\vartheta} = 0$ ;  $\omega_r = 0$  (4) § 6.

Potencjał prądu dla ruchu średniego

$$\Psi(r, z) = \text{const} \dots \dots \dots (2)$$

będzie służył do określenia prędkości składowych według równania (6) § 10, jako też do wyznaczenia południków powierzchni prądu, a między innymi ścian wirnika. Dla określenia składowych prędkości można stosować również potencjał prędkości dla ruchu średniego według reguł ruchu symetrycznego względem osi. Przy pomocy potencjału prądu  $\Psi$  czy też potencjału prędkości  $\Phi$  określimy jednak tylko składowe prędkości  $w_r$  oraz  $w_z$ ;  $w_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Psi}{\partial z}$ ;

$$w_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} = -\frac{1}{r} \frac{\partial \Psi}{\partial r}.$$

Składową styczną prędkości ruchu średniego określimy przy pomocy równania (4) § 18, do którego wstawimy znaczenia pochodnych  $\frac{\partial \varphi}{\partial r}$ ,  $\frac{\partial \varphi}{\partial z}$  z równania (8) § 18, otrzymamy wtedy:

$$\frac{w_{\vartheta}}{r} + \frac{\gamma}{r} w_r + \frac{\delta}{z} w_z = 0; \quad \text{skąd } w_{\vartheta} = -\gamma w_r - \delta \frac{r}{z} w_z \dots (3);$$

Składowa styczna prędkości bezwzględnej dla każdej cząstki cieczy na podstawie § 2 wyrazi się:

$$u_{\vartheta} = \omega r - \gamma w_r - \delta \frac{r}{z} w_z \dots \dots \dots (4).$$

Zastosujemy teraz równanie (3) § 14, wstawiając w nie wartość składowej stycznej prędkości bezwzględnej, otrzymamy

$$gH = \omega r \left( \omega r - \gamma w_r - \delta \frac{r}{z} w_z \right) \dots \dots (5).$$

W równaniu (5)  $H$  oznacza wysokość odpowiadającą energii nabytej przez cząstkę cieczy od chwili wejścia na wirnik do chwili dojścia do rozpatrywanego punktu. Jeżeli punkt rozpatrywany jest punktem zejścia cząstki cieczy z wirnika, natenczas  $H$  jest wysokością podnoszenia. Ponieważ  $w_r$  i  $w_z$  są funkcjami współrzędnych  $r$  i  $z$ , przeto przy stałym  $H$  równanie (5) jest równaniem pewnej powierzchni obrotowej. Jeżeli łopatki wirnika będą się kończyły na tej powierzchni, wtedy wysokość podnoszenia będzie  $H$ . Powierzchnią według równania (5) będziemy nazywali *powierzchnią stałej wysokości*, zaś południk tej powierzchni *krzywą stałej wysokości*. Jedną z tych powierzchni, mianowicie tą, dla której  $H$  jest wysokością osiąganą przez wirnik, jest powierzchnią wyjścia cieczy z wirnika, zaś druga, dla której  $H=0$ , jest powierzchnią wejścia cieczy na wirnik. To samo powiedzieć można o krzywych wyjścia i wejścia. Należy zauważyć, że krzywe wejścia i wyjścia nie są krawędziami łopatki, gdyż krzywe te są płaskie, natomiast wejściowa i wyjściowa krawędzie łopatki są krzywymi o podwójnej krzywiznie i stanowią przecięcia powierzchni wejścia i wyjścia z powierzchnią łopatki.

§ 20. Kierownica turbinowa, t. j. nieruchome koło łopatkowe, do którego ciecz wchodzi z wirnika, jeżeli mowa o pompie, zaś które prowadzi ciecz na wirnik, jeżeli mowa o turbinie, da się traktować w taki sam sposób, jak wirnik turbinowy, z tą jedynie różnicą, iż przy kierownicy należy uczynić  $\omega=0$ , gdyż mamy do czynienia z ruchem bezwzględnym.

Na powyższej podstawie będziemy mieli równanie łopatki kierownicy:

$$\vartheta + \log \frac{r^{\gamma} z^{\delta}}{k} = 0 \dots \dots \dots (1).$$

Zamiast powierzchni i linii stałej wysokości będziemy mieli powierzchnię i linię stałego momentu ilości ruchu, których równanie na podstawie (4) § 19 będzie

$$r \left( -\gamma w_r - \delta \frac{r}{z} w_z \right) = \text{const} \dots \dots (2).$$

Stają określimy z warunku, iż przy wyjściu cieczy z wirnika, a przy wejściu do kierownicy, moment ilości ruchu nie ulega zmianie, gdyż na ciecz żadne siły, ani ciśnienia nie działają. Moment ilości ruchu powinien się stopniowo zmniejszać w kierownicy i przy wyjściu powinien być wedle możliwości zerem.

Przy turbinie odwrotnie, moment ilości ruchu jest zero lub bardzo mały przy wejściu do kierownicy, zaś przy wyjściu z niej posiada wartość taką, jak przy wejściu do wirnika.

Na podstawie rozważania powyższego, będziemy mogli z równania (2) otrzymać równania powierzchni krzywych wejścia i wyjścia dla kierownicy.

§ 21. Wirnik i kierownica osiowa. W tym wypadku linie prądu są to proste równoległe do osi obrotu. Ściany wirnika stanowiąc będą dwie powierzchnie walcowe o promieniach  $r_0$  i  $r_1$ . Potencjał prędkości ruchu średniego będzie  $\Phi = \omega a z$ , gdzie  $\omega$  jest prędkością kątową wirnika, zaś  $a$  jest stałą, której znaczenie jest jasne. Na podstawie równania (3) § 19 mamy:

$$w_r = 0; \quad w_z = \omega a; \quad w_{\vartheta} = -\delta \frac{r}{z} \omega a \dots (1).$$

Równanie krzywej stałej wysokości według (5) § 19 będzie:

$$gH = \omega r \left( \omega r - \frac{\omega \delta r a}{z} \right) = \omega^2 r^2 \left( 1 - \frac{\delta a}{z} \right) \quad (2).$$

Stała  $\gamma$ , wchodząca do równania łopatki, nie występuje ani w wyrażeniach składowych prędkości, ani też w równaniu krzywej stałej wysokości (2), możemy przeto przypuścić, że  $\gamma = 0$ , wtedy równanie łopatki (7) § 18 otrzyma postać:

$$\delta + \delta \log \frac{z}{k} = 0 \quad (3).$$

Z równania (3) widocznym jest, iż łopatka turbiny osiowej ma kształt powierzchni konoidalnej logarytmicznej. Z równania (2) mamy, iż krzywa wejścia jest linią prostą

$$z = \delta a \quad (4),$$

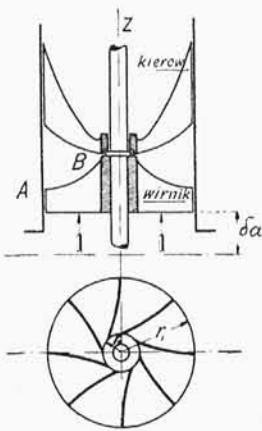
zaś krzywa wyjścia  $AB$  (rys. 10) przy wysokości podnoszenia  $H$ , jeżeli mowa o pompie, będzie:

$$z = \frac{\delta a}{1 - \frac{gH}{\omega^2 r^2}} \quad (5).$$

Jasnym jest, iż musi być zachowany warunek

$$gH < \omega^2 r_0^2 \quad (6),$$

gdyż w przeciwnym razie otrzymalibyśmy łopatkę nieskończenie długą w kierunku osi przy  $r = r_0$ . Z równania (6) widać, iż wirniki osiowe nadają się do przewyżczania małych wysokości, gdyż druga strona równania (6) przedstawia prędkość uniesienia wirnika na obwodzie piasty. Sta-



Rys. 10.

łą  $k$  w równaniu łopatki (3) dobierzemy w ten sposób, aby było  $\delta = 0$  dla  $z = \delta a$ ; wtedy równanie łopatki będzie:

$$\delta + \delta \log \frac{z}{\delta a} = 0 \quad (7).$$

Pozostaje dobrać odpowiednio stałą  $\delta$ . Aby otrzymać znaczne wymiary łopatki, trzeba wybrać  $\delta$  dostatecznie duże. O wyborze będą decydowały względy praktyczne, należy jednak pamiętać, że razem ze zwiększeniem  $\delta$  będzie się zwiększał współczynnik skutku użytecznego wirnika.

*Kierownica.* Linia stałego momentu ilości ruchu według (2) § 20 będzie

$$-\delta \frac{r^2}{z} \omega a = \text{const.} \quad (8).$$

Początek współrzędnych można wybrać w punkcie dowolnym, gdyż kierownica bez uszczerbku jej skuteczności może być przesunięta. Równanie (8) daje szereg parabol zwykłych o wspólnym wierzchołku. Krzywa wejścia będzie

$$-\frac{\delta r^2 \omega^2 a}{z} = gH \quad (9).$$

Na krzywej wyjścia nie można otrzymać momentu ilości ruchu = zero, lecz można go zmniejszyć dowolnie, biorąc stałą równania (8) dostatecznie małą. Oczywiście  $\delta$  dla kierownicy musi być dobrane inaczej niż dla wirnika; jak widać z równań (8) i (9), będzie ono ujemne. Podobnie jak dla wirnika należy wybierać  $\delta$  liczbowo możliwie duże, aby zmiana momentu ilości ruchu odbywała się stopniowo.

O ile mi wiadomo, wirniki i kierownice osiowe opisanego typu dotąd nie były stosowane. W powszechnie używanych wentylatorach osiowych wirniki mają kształt zupełnie inny. Jestto prawdopodobnie powodem ich niskiego współczynnika skutku użytecznego.

(C. d. n.)

## WSPOMNIENIE POZGONNE.

### Ś. p. STANISŁAW ROTWAND.



W dniu 23 lutego r. 1916 zmarł człowiek miary niezwyklej, znany z szerokiej bardzo działalności społecznej, z ogromu pracy i ofiarności rozumnej i celowej.

Ś. p. Stanisław Rotwand urodził się 10 maja 1839 r. w Warszawie. Ojcem jego był Mateusz Rotwand, lekarz w Łęczycy, wychowaniec Akademii Wileńskiej, uczeń Jędrzeja Śniadeckiego. Po ukończeniu liceum w Warszawie ś. p. Stanisław Rotwand wstąpił do uniwersytetu w Moskwie na wydział prawny, stamtąd przeniósł się do uniwersytetu w Petersburgu, gdzie słuchał prawa polskiego, wykładanego wówczas w tym jedynym w Rosji uniwersytecie.

Studia ukończył w r. 1860, 27 czerwca, a już 9 lipca mianowany został aplikantem przy Warszawskim Trybunale cywilnym.

Już wówczas, poza pracą zawodową, zajął się pracą społeczną w wydziale szkół wieczornych Warszawskiego Tow. Do-

broczynności pod przewodnictwem Jana Tadeusza księcia Lubomirskiego.

Grono osób, z którymi rozpoczął pracę u podstaw, byli: prof. Ignacy Baranowski, Jan Banzemer, Stanisław Czyński, Felicjan Feliński, Jan Gautier, Leon Jasiński, budowniczy Kiślański, Emilian Konopczyński, obydwaj Muklanowicze, dr. Józef Radziszewski, dr. Śmiechowski, Henryk Wohl, ks. Żuliński i inni; sekretarzem Wydziału został ś. p. Stanisław Rotwand w r. 1862. Praca tak wdzięczna, w warunkach nadzwyczajnie trudnych, zakończyła się zamknięciem szkół wieczornych przez ówczesną władzę. Praca zawodowa jako obrońcy, czyli patrona trybunatu, a następnie wziętego bardzo adwokata przysięgłego zajęła go w okresie r. 1863—1876. Nowa organizacja sądownictwa i warunki odmienne pracy zawodowej wpłynęły na to, że ś. p. Stanisław Rotwand zaczął się wycofywać z działalności adwokackiej, przerzucając się na przemysł i handel. Razem z H. Wawelbergiem prowadził dom bankowy, który się znakomicie rozwijał i w r. 1913 przekształcony został na akcyjny Bank Zachodni.

Ogromnie owocna działalność, jaką rozwinął ś. p. Stanisław Rotwand, rozgałęzia się w wielu kierunkach.

Nas zajmie najbardziej w tym nekrologu to, co dzięki jego zabiegom, staraniom i mądrej ofiarności powstało w dziedzinie oświaty i szkolnictwa technicznego.

Przedewszystkiem zaznaczyć tu należy, że w roku 1894 założona została Szkoła Mechaniczno-Techniczna Hipolita Wawelberga i Stanisława Rotwanda.

W mowie nad grobem wypowiedział dyr. Stefan Kossuth, jako przedstawiciel tej szkoły, jak ocenia zasługi nieboszczyka w stosunku do tej uczelni:

Instytucja szkolna, której imieniem nad tym grobem przemawiam, Szkoła Mechaniczno-Techniczna Hipolita Wawelberga i Stanisława Rotwanda, jedyna dotąd szkoła tego typu i poziomu w kraju, zdążyła już wykazać wielką swą dla społeczeństwa polskiego pożyteczność. W ciągu 20 lat swego istnienia przysporzyła przemysłowi krajowemu około 500 techników dobrze do swego zawodu przygotowanych i cieszących się w kołach przemysłowych i technicznych uznaniem i wzięciem.

Doprowadzona przez stopniowe ulepszenia do wysokiego poziomu i powołując do przykładów tudzież do prowadzenia prac rysunkowych, doświadczalnych i innych, inżynierów polskich, dała im ona możność wyrobienia się w kierunku dydaktycznym i zachęciła do pracy naukowej. I gdy obecnie stolica kraju uzyskała Politechnikę polską, większość stanowisk na wydziale mechanicznym tejże szkoły objęli profesorowie szkoły Wawelberga i Rotwanda. Również i co do prac naukowych szkoła ta poszczycić się może całym szeregiem dzieł i artykułów technicznych swoich profesorów.

Otóż pożyteczna ta uczelnia zawdzięcza powstanie swoje żywemu odczuwaniu i dobremu rozumieniu najpilniejszych potrzeb kraju ze strony założycieli swoich: Hipolita Wawelberga i Stanisława Rotwanda, dalej wytrwałej ich energii w przewyciężeniu licznych, z nieprawdopodobieństwem graniczących trudności, jakie w owych czasach stawały na przeszkodzie założeniu każdej nowej szkoły na ziemi polskiej — i wreszcie wspaniałomyślniej tychże założycieli ofiarności. Wkrótce bowiem po otworzeniu szkoły przenieśli ją oni do umyślnie w tym celu kosztem kilkuset tysięcy rubli zbudowanego okazałego gmachu, a nadto przez cały czas istnienia szkoły cięż założyciele wraz z rodzinami swymi nie oszczędzili grosza na urządzenia szkolne i pokrywanie niedoborów, co wyniosło dotąd pokaźną także sumę 350 tys. rubli.

Był to więc dla społeczeństwa naszego dar isticie królewski!

Ale szkoła jako taka, jako jednostka społeczna, otrzymywała jeszcze ciągle od Stanisława Rotwanda innego rodzaju dary, dary ojcowskie. Gdy bowiem nie stało towarzysza tych jego poczynań, gdy nieodżałowany filantrop Hipolit Wawelberg zbyt wcześnie zamknął oczy, cały ciężar opieki nad szkołą, cała troska o zabezpieczenie pożądanego jej rozwoju, o utrzymanie właściwego jej charakteru i przeznaczenia, spadł wyłącznie na barki Stanisława Rotwanda. A troska to była wielka, gdyż przez czas swojego istnienia szkoła przechodziła w stosunku do władz szkolnych różne zmiany, nawet wtedy, gdy stała się już szkołą polską.

Z tej opieki Stanisław Rotwand wywiązywał się z troskliwością prawdziwie ojcowską. Gdy losy powołały go do ciała prawodawczego w stolicy państwa, użalał się on niejednokrotnie, że utracił przez to możność ciągłego bezpośrednio obcowania ze szkołą. Jak dalece szkoła blizką była jego sercu, jak wysoko cenił podejmowaną dla niej pracę, dowodzi znamienne odezwanie się jego, które zawsze ze wzruszeniem wspominać będę. Gdy oto, po jednym z powrotów do Warszawy, składałem mu sprawozdanie z tego, co się dzieje w szkole, zadumał się chwilę i rzekł z serdecznym przejęciem: „tak, to jest życie, tutaj tylko żyje się prawdziwym życiem i pracuje się pożytecznie“.

Kiedy przebywał w Warszawie, przychodził prawie na wszystkie posiedzenia Rady pedagogicznej, a nawet i poszczególnych komisji profesorskich i brał żywy udział w obradach, o ile sprawa nie była zbyt wyłącznie techniczną, bo wtedy poddawał się zdaniu specjalistów. Zachęcał ciepłym słowem do układania podręczników technicznych i popierał materialnie ich wydawnictwo. Najdrobniejsze sprawy szkolne żywo go obchodziły.

Jeszcze na kilka dni przed jego niespodziewaną przez nikogo śmiercią odebrałem od niego list własnoręczny z żądaniem niektórych wyjaśnień i z odpowiednimi wskazówkami. Interesował się nawet zdolnościami i postępiami poszczególnych słuchaczy i chętnie prowadził z nimi rozmowy.

Gdy zatem jak grom z jasnego nieba spadła na szkołę wieść o śmierci ś. p. Stanisława Rotwanda, cała szkoła, zarówno profesoria, urzędnicy i pracownicy, jak słuchacze, wszyscy uczuliśmy, że szkoła nie tylko straciła możnego opiekuna, ale straciła też kochającego ojca!

A przecież ta szkoła, to tylko jedno ogniwo w liczny szereg najrozmaitszych instytucji dobra powszechnego, które korzystały z dobrego serca ś. p. Stanisława Rotwanda, z jego światłego umysłu, obszernej wiedzy, doświadczenia i stosunków, z jego pracowitości, pomysowości i bardzo szerokiej ofiarności i wreszcie z tej szczególnej właściwości zmarłego, która na pierwszym może należałoby postawić miejsce, z jego niezwykle obywatelskiego instynktu.

Jednakże dla tych wszystkich instytucji społecznych, podobnie jak i dla szkoły naszej, śmierć tego zasłużonego obywatela nie zrywa duchowej z nim łączności. Przykład jego pracowitego a pożytecznego żywota będzie dla nas wszystkich podniecią w jaśniejszej dobie, a otuchą w czasach trudnych, jeżeli będzie wolą Opatrzności doświadczać nas dalej.

Przy oddawaniu ostatniej ziemskiej posługi dostojnemu zmarłemu, jedna jeszcze myśl ciśnie się do głowy. Ten człowiek, który był tak czynnym i dobrym dla wszystkich, jakże dobrym musiał być dla swoich najbliższych, dla swych ukochanych dzieci: syna, córki, zięciów i wnuków! Jakże wielka musi być ich boleść po stracie takiego ojca!

Aczkolwiek więc sami bezradni, smutni i pełni żałości nad tym grobem stajemy, zwracamy się do osieroconej rodziny ś. p. Stanisława Rotwanda ze słowami chrześcijańskiej pociechy i mówimy: Niech Bóg Miłosierny was pocieszy! A gdy minie wielki żal i ból pierwszych dni, niech wam będzie niejaka pociechą w smutku to przekonanie, że nie wy jedni przez zgon ś. p. ojca waszego zostaliście osierocony. Wraz z wami oplakuje jego utratę całe społeczeństwo polskie.

Imieniem kolegów profesorów, urzędników i pracowników szkoły oraz naszej szkolnej młodzieży żegnam Cię, ś. p. Stanisławie. Natrudziłeś się zaiste wiele, spoczywaj w pokoju i we wdzięcznej pamięci ludzkiej\*.

W roku 1897, gdy powstała myśl zbierania składek celem założenia Politechniki w Warszawie, powołano do tych czynności ś. p. Stanisława Rotwanda, a gdy w r. 1899, po nagromadzeniu miliona rubli, zabrano się do urzeczywistnienia

zamiaru, ś. p. Stanisława Rotwanda mianowano członkiem Komitetu budowy.

Zaznaczyć tu należy, że powstanie Komitetu i decyzję urzeczywistnienia budowy Politechniki zawdzięczamy osobistym wpływom zmarłego w Petersburgu.

W r. 1900, jako starszy Zgromadzenia Kupców m. Warszawy, powołał do życia Komitet, którego pracom zawdzięczamy powstanie w Warszawie szeregu wzorowych szkół handlowych 7-io i 3-klasowych. Zmarły został pierwszym prezesem rad opiekuńczych tych szkół, i stanowisko to zajmował do końca życia. Gmachy wspaniałe przy ul. Prostej wybudowano dzięki wypuszczeniu pożyczki obligacyjnej, o którą zmarły osobiście zabiegał, kosztem 700 000 rub. Istnienie i rozwój tych szkół zabezpieczył przez wyjednanie opłat dodatkowych od patentów handlowych. W listopadzie r. 1898 powstała fundacja tanich mieszkań imienia Wawelberga, przy drodze Górczewskiej w Warszawie. Po śmierci Wawelberga objął kierownictwo ś. p. Stanisław Rotwand.

Muzeum Przemysłu i Rolnictwa, po śmierci pierwszego swojego prezesa, Ludwika hr. Krasieńskiego, w r. 1895 powołało ś. p. Rotwanda na ten urząd zaszczytny. Za jego prezesury fundacje i legaty wzrosły z 33 000 rub. do 129 000 rub., majątek zaś z 203 000 rub. do 286 000 rub., a liczba członków z 45 do 504.

Zmarły był jednym z założycieli Muzeum Rzemiosł i Sztuki Stosowanej, i jednym z tych, którzy przez szczodłą ofiarność przyczynili się do jego powstania. Muzeum powstało w r. 1891, a w r. 1893 ś. p. Stanisław Rotwand został wiceprezesem i pozostał nim aż do wyboru do Rady Państwa.

Pożyteczna wiele instytucja kolonii letnich zalicza zmarłego do grona swoich założycieli.

Kąpiele ludowe powstały dzięki inicjatywie prof. Baranowskiego i ś. p. Stanisława Rotwanda. W r. 1894 po wystawie higienicznej na placu obecnej Politechniki Stanisław Rotwand zakupił za 10 000 rub. modelowy okaz kąpieli ludowych, wystawiony przez firmę Wettler i Nassius i zaofiarował budynek ten wydziałowi kąpieli ludowych. Jestto pierwszy zaczątek dostarczania niezamożnej ludności Warszawy czystej, zdrowej i niezmiernie taniej kąpieli, otwartej 2 lutego 1898 r. Wydział pod kierownictwem prezesa Baranowskiego i współudziale ś. p. Rotwanda doszedł w r. 1913 do bardzo poważnych wyników, wydając 80 224 kąpieli w zakładzie „Chałubińskiego“, a 67 460 kąpieli w zakładzie „Janina“. Nazwa „Janina“ zakładu kąpielowego na rogu Dzikiej i Stawek, wiąże się z darem ś. p. Rotwanda: nazwany został przez ofiarodawcę imieniem zmarłej w młodym bardzo wieku córki Janiny.

Tow. Ogrodnicze Warszawskie liczy ś. p. Rotwanda w gronie swoich założycieli, i nazwisko jego figuruje na tablicy marmurowej w sali posiedzeń Towarzystwa.

Trudno byłoby wyczerpać całokształt imponującej wprost działalności ofiarnej, która nie przemienie z biegiem lat, gdyż ofiarodawca mocno zawsze dbał o fundamenty i dalszy rozwój umiłowanej instytucji.

Rok 1906, przez wybór zmarłego do Rady Państwa, stanowi nowy okres w działalności zmarłego dla kraju, pomimo wyjazdu do Petersburga.

W r. 1913 obchodził jubileusz półwiekowy pracy społecznej.

Do Stow. Techników należał zmarły od chwili założenia, i figuruje w liście członków, jako członek rzeczywisty, protektor, dopomagając przy budowie gmachu własnego.

Był również długoletnim współnależcą pisma naszego.

Społeczeństwo, dla uczczenia zasług, złożyło na jego ręce pewną kwotę, którą zmarły wraz z synem Andrzejem, dopełnili do 100 000 rub. Sumą tą rozporządził na cele oświatowe, 2 dni przed zgonem.

Dla zawodu technicznego ś. p. Stanisław Rotwand okazywał przy każdej sposobności najwyższe zainteresowanie i podziw co do osiągniętych wyników. Zarówno w czasie pokoju, a bardziej jeszcze w okresie wojny podziwiał tych, którzy dzięki znakomitej organizacji i niesłychanej technice zdołali dojść do wyników wprost zdumiewających. Nieraz też wyrażał zdanie, że postęp wszechświatowy, kultura i powodzenie na wszystkich punktach przemysłu krajowego osiągnąć możemy li tylko przy pomocy udoskonalonych metod technicznych, opartych na gruntownej wiedzy teoretycznej.

Słowa te, z ust prawnika pochodzące, zapisujemy jako drogowskaz dla młodszej generacji, poświęcającej się zawodowi technicznemu.

Emil Sokal, inż.

# ARCHITEKTURA.

## O znaczeniu dziejów architektury dla twórczości architektonicznej.

Według prof. Schumachera podał Edward Eber, arch.

W pierwszym dziesiątku bieżącego stulecia Politechnika Drezdeńska znalazła się wobec zagadnienia reorganizacji swego wydziału architektury.

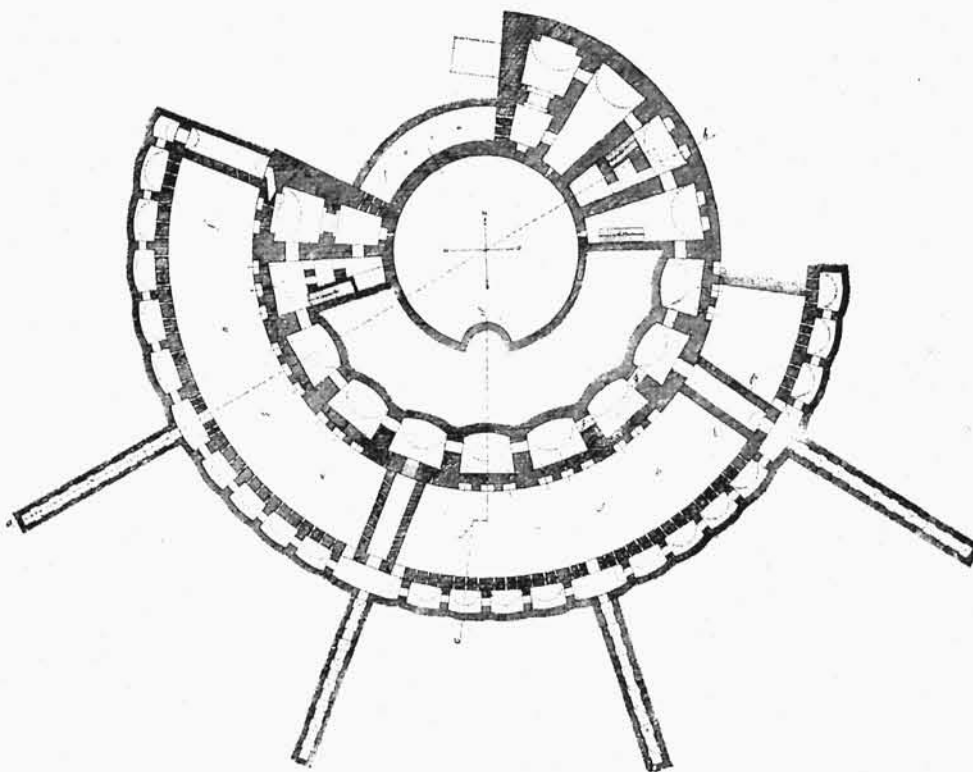
Stary porządek rzeczy, panujący na wydziale do owego czasu, wobec nowych idei i potrzeb z jednej strony, z drugiej zaś — wobec gwałtownie wzbierającej fali modernizmu, druzgocącej wszelkie uświęcone pojęcia i formy, wymagał gruntownej rewizji. Należało uwzględnić słuszne potrzeby chwili, wyniki zarówno z nowopowstałych form życia, jak i z tych form jego, które ewolucya mu nadała; należało czynić ustępstwa warunkom, logicznie związanym z duchem czasu, ale jednocześnie mężnie stawiać czoło huraganowi, który w dążeniu nowatorskiem zrywał wszystkie tamy tradycyi organicznej i zdrowego rozsądku.

Streszczona poniżej broszura prof. Schumachera szczęśliwie rozwiązuje to zagadnienie, z uwzględnieniem wszystkich czynników właściwych. Sądzymy, że wobec aktualności programu wydziału architektury w Politechnice naszej, nie od rzeczy będzie przytoczyć tu opinie doświadczonego profesora, tem bardziej, że są one natury najzupełniej ogólnej, z terenem twórczości nie związanej.

Od pewnego czasu zauważyć się daje sceptycyzm w stosunku do wartości strony historycznej poszczególnych nauk. Zjawisko to występuje ze szczególną siłą w budownictwie, już to dlatego, że w żadnej innej dziedzinie wpływy historyczne nie uzewnętrzniają się tak dobitnie, już to dlatego, że archaizm nabiera akcentu szczególnie silnego w zastosowaniu praktycznym wogóle. Znany aforyzm Goethego: „Szczęśliwi Grecy, którzy nie byli narażeni na błędy naśladowania wzorów historycznych” — rzuca snop światła na poruszony problemat. Rdzeniem tego powiedzenia jest warunkowość, możliwość złego wpływu puścizny historycznej, lecz nie niezbedność wpływu takiego.

Nikt nie zaprzeczy, że możność stosowania gotowych kanonów, uświęconych przez dawnych mistrzów, wpływa usypiająco na moc twórczą artysty. Nikt nie zaprzeczy również, że zgubnem jest przebieganie w tysiącach rozwiązań historycznych tych zadań, które wymagają rzeczowego potraktowania współczesnego. Któż z nas nie stawał wobec form historycznych z tym wzniosłym pietyzmem, który jakby nakazuje posłuszeństwo dla uświęconych tradycyą przepisów? Jednostki, które ulegną temu niebezpieczeństwu, które pozostaną w ograniczonym kole obrządków naśladowniczych i nie osiągną nigdy własnego poglądu na istotę rzeczy, — znajdują się zawsze. Nasuwa się przeto pytanie, czy dla ludzi tych byłoby ratunkiem usunięcie im z przed oczu tego rodzaju dogmatów historycznych. Jasnym jest jednak, że przy braku wzorów pozytywnych, natury takie łatwo ulegną tendencyjom ujemnym, co niechybnie prowadzi do działalności destrukcyjnej. Okoliczność ta nastęrcza kąć widzenia, nie ogarniający istotnej strony twórczości, rozważamy bowiem działalność ludzi bez wybitnej oryginalności twórczej, — i w tem jednakże oświeceniu sprawa posiada pierwszorzędą wagę ze względu na ogólny poziom sztuki oraz na zagadnienia dydaktyczne, związane ze sprawą kształcenia ogółu architektów.

Rozglądając się nawet powierzchownie we współczesnej twórczości architektonicznej, stwierdzimy z łatwością, że ogół architektów produkujących nie składa się wyłącznie z duchów twórczych, lecz że obok tych ostatnich kroczy zwarta masa pracowników, nie powołanych do tworzenia wartości indywidualnych, dających się jednakże pozyskać dla ogólnej pracy artystycznej. To ostatnie jest rzeczą nader ważną, gdyż błędem jest mniemanie, jakoby w architekturze mieli rację bytu wyłącznie geniusze, roztaczający przed nami nowe horyzonty świata; w obszernej dziedzinie sztuki jest miejsce i dla tych skromnych pracowników, którzy, co prawda, nowych krain nie odkrywają, którzy jednak, wędrując po naszej starej ziemi, zdolni są odczuć wdzięk i piękno krajobrazu i zwrócić nań uwagę tych, co mogliby przejść obojętnie. Dziś bardziej, niż kiedykolwiek, dają się słyszeć głosy krytyków, niedoceniających tej cichej strony działalności architektonicznej; jednakże z kulturalnego punktu widzenia jest niezmiernie ważnem zwrócić uwagę na przygotowanie fachowe sił, które jedynie przy poparciu zewnętrznem zdołają utrzymać się na odpowiednim poziomie artystycznym, tem bardziej, że na dziełach tych ludzi kształcą lub zniekształcają swój smak najszersze warstwy publiczne. Twórczość ich nie jest oczywiście kamieniem, markującym etap w historycznym rozwoju sztuki: historia sztuki, przechodząc bez uwagi ponad szerokim prądem prac dobrych, zatrzymuje się wyłącznie na twórcach doskonałych. Z tego punktu widzenia możnaby twierdzić, że troska o rzeczy niepierwszorzędne jest jakoby zbyteczna. Prawda, że dla krytyki literackiej jest względnie obojętnem, czy obok arcydzieł zjawia się w danej epoce mniej czy więcej tandety literackiej; toż samo w dziedzinie malarstwa. Lecz książki można nie czytać, obraz odwrócić do ściany, poronione jednak dzieło budownictwa wlece się jak przekleństwo po długim szlaku wieków i, jak fałszywa melodia przesładuje potomnych, wdzierając się dysonansem w harmonię otoczenia. Kto sobie to uprzytomni, niewątpliwie przyzna, jakiej surowej samokrytyce winien się poddać



Fort Włodzimierz. Plan podziemia (1-go).

architekt w porównaniu z bezkarnie brojącym malarzem, adeptem sztuki stosowanej, muzykiem lub poetą.

Łatwo stąd wywnioskować, że gdyby wpływy historyczne na obdarzonego mocą twórczą artystę miały nawet działać hamująco, to jednak znajomość stylów nie będzie nigdy elementem zbędnym w codziennej produkcji całego szeregu architektów. Dla artysty o mniej wybitnej indywidualności otwierają się dwie alternatywy: nawiązać swą działalność do szkoły, stworzonej przez wybitną współczesną jednostkę artystyczną, lub do idei historycznej, której wątek przetrwał aż do dni naszych. Pierwsza droga prowadzi na manowce mody, której ślady prawie po brzegi wypełniają współczesną produkcję architektoniczną; druga droga, choć skromniejsza, jest jednak zdrowsza, gdyż wiąże się organicznie z pewną podstawą historyczną, a więc w każdym razie wolna jest od przypadkowości, tak obcych architekturze.

Natura, to źródło ciągłych odrodzeń dla malarzy i rzeźbiarzy, ma swą skarbnicę dla budownictwa zamkniętą. Prawdą jest, że do ornamentu i detalu architektonicznego czerpać z niej można obficie, lecz istoty dzieła nie dotyczy to w zupełności. Architektura jest wcieleniem pojęć abstrakcyjnych i jako taka ze wszystkich sztuk plastycznych najmniej ma styczności z naturą. Architekt jest zmuszony pozostawać stale w sferze abstrakcji, t. j. w sferze oderwania od natury, i w sobie samym stwarzać załączki własnego dzieła. Wspomniana okoliczność najlepiej stwierdza właściwe znaczenie znajomości historii architektury. Organiczny rozwój myśli architektonicznej, który historia budownictwa przed nami rozciąga, ten system, który z żelazną konsekwencją wylania się z analizy puściżny historycznej każdej poszczególnej epoki — wszystko to daje nam wrażenie istnienia jakiegoś organizmu fatalistycznego, powstałego samoistnie, bez współdziałania poszczególnych sił ludzkich.

To jest moment, nadający historii architektury te własności, jakie pozostałe sztuki plastyczne znajdują w naturze. Historia architektury jest dla architekta tem kryterium, przeciwstawiającem jednostce pewien system, pewną bezosobową ideę podstawową, jakim dla malarza jest natura. Nie przypadkowości i liczne ich przejawy, nie ozdoba ornamentyka epok historycznych, lecz idea zasadnicza, która powoli, przez długie wieki nieprzerwanego stawania się, wykładała symboliczne dźwięki mowy architektonicznej, jest dla architekta sprawdzianem jego dzieła. Z powyższego łatwo wywnioskować, że racya każdego utworu, mającego swe logiczne miejsce w rozwoju architektury, nie może być zaprzeczona; przeciwnie, każdy taki utwór służyć może za sprawdzian dla twórczości poszczególnych jednostek.

Są jednak ludzie, starający się obalić to niezbite twierdzenie: według mniemania pewnej szkoły, ignorującej znaczenie puściżny historycznej dla twórczości współczesnej, jedynym źródłem tej twórczości jest i być winien pierwotny instynkt artysty. W stosunku do swego zadania artysta winien zajmować stanowisko, że tak powiem — Robinsona

Kruzoe, winien on odnosić się do każdego problematu, jak gdyby go pierwszy raz spotykał, i w każdym poszczególnym wypadku stwarzać odpowiednie kształty nowe. Z tego punktu widzenia indywidualność twórcza jest niezbędnym warunkiem do otrzymania wyników ważkich. Zważa to niepomiernie temat naszego zagadnienia, redukując go do pewnej ściśle określonej kategorii osobników. Postaramy się jednak dowieść, że znajomość stylów niezbędna jest i dla obdarzonych iskrą prometeuszową: bez wskazań odpowiednich mogliby i oni zejść na manowce.

Nie tylko troska o niewypaczoną żadnymi wzorami oryginalność twórczą jest wystawiana jako broń przeciwko wpływowi puściżny historycznej. Oprócz tego względu, że się tak wyrażę, negatywnego, napotykamy jeszcze i argumenty pozytywne.

Wiek obecny wskutek swoistych warunków pracy wydał jakoby nowe poglądy estetyczne, a osiã tych poglądów jest już nie owo przestarzałe, formalne pojmowanie piękna, lecz pojęcie piękna wewnętrznego, polegającego na wcieleniu celowości w konstrukcję. Wartość estetyczna dzieła sztuki tektonicznej polegałaby więc na tem, że dawałoby ono w sposób najlogiczniejszy, najdoskonalszy i zarazem najoszczędniejszy, wyraz celowi, do którego służy. Pierwszym warunkiem po temu jest zupełna szczerłość dzieła. Jego kształt estetyczny rozwija się przytem automatycznie z jego funkcji konstrukcyjnych <sup>1)</sup>.

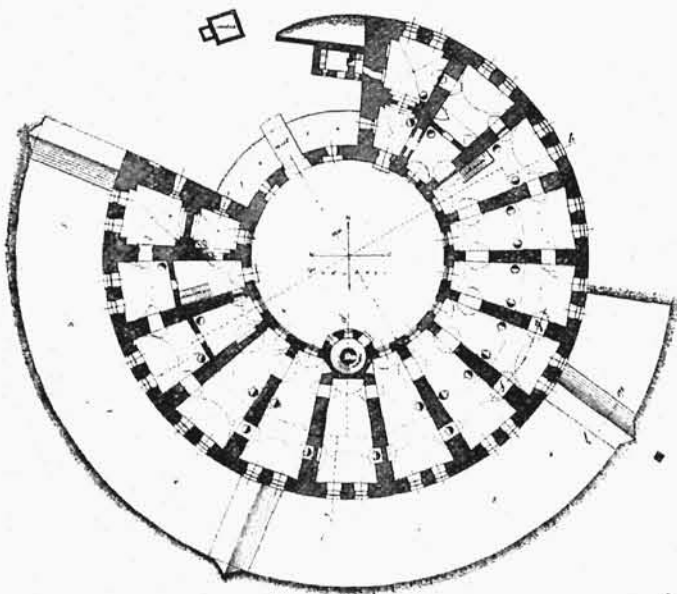
Na takim gruncie powstał kierunek, wyprowadzający z założeń powyższych nie tylko obowiązkowość pierwiastka szczerości, uznaną przez wszystkich estetów, lecz ponadto pojęcie o tworzeniu wogóle, które możnaby nazwać pewnego rodzaju fatalizmem w sztuce. Polega on na rozważaniu danych z góry warunków, dotyczących materiału, celu i rodzaju dzieła, jako czynników, które wraz z fatum, ciężącym nad dziełem, stanowią o przyszłej fizynomii jego, niezależnie od woli twórczego. Wynika stąd, że każde zadanie, jeżeli ma być rozwiązane prawidłowo, może mieć tylko jedno jedyne rozwiązanie; przytem przyjmuje się za pewnik, że człowiekowi współczesnemu mogą się podobać tylko dzieła, stworzone w tym ściśle logicznym duchu.

Powyższe wywody teoretyczne, rokujące naszym poglądom estetycznym rozwój, idący w parze z opanowywaniem estetycznym przez zdobycze wszechpotężnej techniki współczesnej, byłyby zupełnie usprawiedliwione, jako oparte na wielu niezaprzeconych objawach naszej epoki, gdyby mógł istnieć przedmiot, będący dziełem sztuki i zarazem pozbawiony wszelkiej fantazyi. Tymczasem teorie te oznaczają zupełną negację fantazyi i prowadzą do sztucznego ascetyzmu w sztuce, starającego się zastąpić twórczość osobistą przez wyliczenia rachunkowe. Pocóż ten ascetyzm? Czy wszystko, na czem od stóp do głowy nie zostało wyciśnięte piętno konstrukcyi, musi być zgola niekonstrukcyjnym?

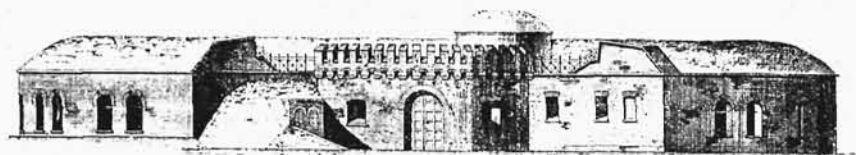
Podobnie niedorzeczne następstwa prawidłowo odczutej głównej zasady piękna wynikają z ciasnego pojmowania sprawy, jak w architekturze konstrukcyi powinna się uzewnętrzniać estetycznie. Szczerłość i prawda w architekturze polegają nie na nagim uwidocznianiu konstrukcyi (co byłoby punktem widzenia właściwym sztuce pierwotnej), lecz przeciwnie, na wyrażaniu każdej funkcji konstrukcyjnej zapomocą odpowiednich symbolów w kształtach zewnętrznych. Żądanie szczerości i prawdy odnosi się właśnie do tych wyrazów symbolicznych. W pewnym zakresie są one nieskończenie zmienne w zależności od materiału i jego własności konstrukcyjnych.

W takim pojmowaniu sprawy dopiero inwencya twórcza i fantazyja poetycka zajmują należne im miejsce. Zagadnienie staje przed nami w innym zupełnie świetle. Zada-

<sup>1)</sup> Autor ma tu na myśli kierunek Van-der-Velde'a.



Plan przyziemia.



Elewacya.

Fort Włodzimierza.

nie twórcy polegać będzie teraz na doprowadzeniu kształtu zewnętrznego do pełnej harmonii wewnętrznej ze swoim przeznaczeniem dzieła, harmonii, pojętej indywidualnie.

To ostatnie wymaganie jest właściwie jedyną zdrową i faktyczną stroną programu, przeciwstawianego tradycji przez współczesnych. Z programu tego wyprowadzają przede wszystkim wnioski o konieczności walki z wpływami puścizny historycznej. Uznając sam program, musimy jednak dobrze rozważyć, jakie stanowisko względem puścizny historycznej istotnie z niego wynika.

Liczne błędy i niejasności w stosunku do uznawanych obecnie warunków stylowości wpływają przeważnie z naszego popędu do schematyzowania i uogólniania. Popęd ten jest tak silny, że np. zdobycze estetyczne sztuki stosowanej przenosi się bez zastrzeżeń w postaci wymagań do architektury, albo też zasady estetyki, usprawiedliwione w pewnym poszczególnym dziele architektonicznym, starają się narzucić jako myśl przewodnią całej architekturze.

Czego nie uwzględniamy w tym ostatnim wypadku (pierwszy bowiem byłoby poddawać krytyce) — to olbrzymiego zróżniczkowania twórczości architektonicznej w dobie obecnej, zróżniczkowania, nie mającego równego sobie w historii.

Obecnie w zagadnieniach, dotyczących stylu w architekturze, należy tak odróżniać jedną kategorię budynków od drugiej, jak odróżniamy w sztuce stosowanej tkaninę od ceramiki, stolarstwo od ślusarstwa. Ogólne prawa estetyki są te same dla wszystkich dziedzin sztuki stosowanej, ale obok praw ogólnych, każda kategoria dzieł musi posiadać estetykę swoistą.

Jeśli nie to samo, to coś podobnego zachodzi w architekturze współczesnej. Stoimy wobec zadań typowych, tak różnych pod względem warunków wewnętrznych i zewnętrznych, że dla każdej kategorii tych zadań należy oczekiwać i wymagać poszczególnych praw stylowych. (Pojęcie stylu jest tu oczywiście użyte w znaczeniu funkcji całokształtu czynników, a więc celu, materiału i t. p.)

W dążeniach architektury współczesnej uwydatniają się dwa zasadniczo sprzeczne kierunki. Jeden z nich cechuje wyraźny charakter społeczny, wyciskający swe piętno na dziełach takich, jak np. hala targowa, dworzec kolejowy, dom towarowy. Budynki tego rodzaju zrodziły się z nowych warunków społecznych, i to siłą rzeczy musi się uwydatnić w ich wyglądzie zewnętrznym.

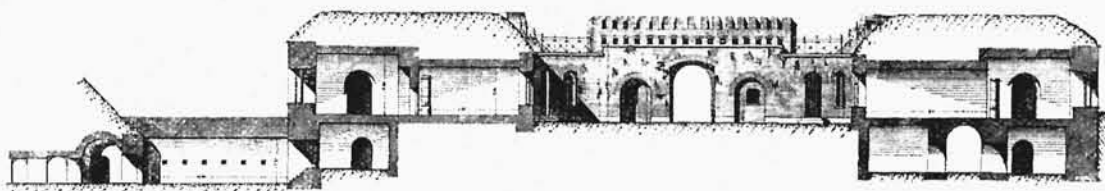
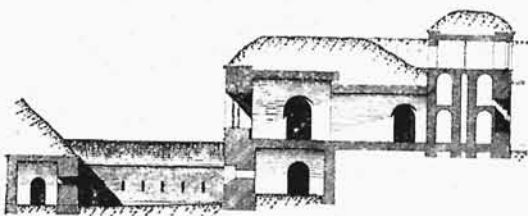
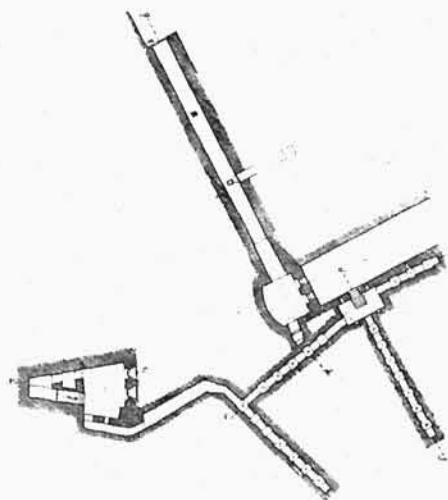
Drugi kierunek prowadzi wprost przeciwnie — do antyspołecznego wysubtelnienia indywidualności i znajduje swój wyraz w dziełach, przeznaczonych do zaspakajania najbar-

ziej wyrafinowanych potrzeb indywidualnych, jak np. dworek współczesny.

Ta przeciwstawność pierwiastków społecznego i osobistego jest nam dobrze znana. Przenika ona do najskrytszych zakątków naszego życia kulturalnego, występując jako kryterium w dziedzinie ducha. Przeciwstawność ta uzależnia od siebie prawie wszystkie zjawiska naszej epoki, coż więc dziwnego, że odgrywa ona rolę sprawdzianu stylu w sztuce nowoczesnej. Tymczasem wszędzie spotkać można estetyków-systematyków, uważających tę przeciwstawność stylów za słabą stronę naszej architektury. Domagają się oni stworzenia stylu jednolitego, jak gdyby nie widzieli wcale, że żyjemy w czasach rozdziewięku, w których wszelka jednolitość stylu jest niemożliwa.

Albo więc musimy uznać, że różnorodność stylów powinna się rozwijać na gruncie tych przeciwstawności, albo musimy odmówić architekturze wszelkiej zdolności tworzenia dzieł o określonym charakterze. Zrozumiała jest okoliczność, że ten rozdziewięk wewnętrzny między charakterem społecznym a indywidualnym w budowlach idzie w parze z różnicowaniem charakteru materiałów. Typy gmachów, odpowiadające naszym zmienionym warunkom życia, nowym środkom komunikacyjnym, wzmoczonej produkcji przemysłowej i gospodarczej, oraz nowym urządzeniom społecznym, są ściśle uzależnione od konstrukcji żelaznych i żelbetowych. Można twierdzić z całą stanowczością, że od kolebki przeznaczeniem tych tworów było powstać w szacie żelaznej lub żelbetowej, gdy druga grupa, której zadaniem jest zadośćuczynienie naszym potrzebom osobistym, fizycznym lub duchowym, wspomnianych materiałów w wyłączności nie stosuje. Wewnętrzna przeto różnica objawia się i na zewnątrz, co znakomicie akcentuje rozdziewięk obu grup. Żelazo i żelbet podlegają zupełnie odrębnym prawom tektonicznym: wymagają one swoistego traktowania, bardziej surowego i oszczędnego. *Konstruować i budować, wiązać (rozpinąć) i wznosić* — oto antytezy, określające różnicę zasadniczą w obu typach twórczości, różnicę, która i tem określona być może, że wszelka ornamentyka kamienia powstaje z masy tegoż kamienia, gdy tymczasem w konstrukcji żelaznej jest ona nakładana z zewnątrz. W dziedzinie sztuki budowlanej są to dwa zupełnie odrębne światy, stykające się dopiero u wspólnego celu: objęcia, obudowania przestrzeni.

Nowość i świeżość zadania, następująca przy budowlach pewnej kategorii, nie nęciła wszystkich architektów. Byli i tacy, którzy kolumnom żelaznym nadawali proporcje porządków renesansowych, lub kopułom żelazno-szklanym kształty kamienne. Te fakty stały się pretekstem do twierdzenia paradoksalnego o szkodliwości wpływów puści-

Przekrój *ab.*Przekrój *cd.*Wejście *m.*Przekrój *nm.*Przekrój *op.*

Plan podziemia (2-go).

Fort Włodzimierza.

zny historycznej, twierdzenia, zmierzającego do doszczętnego obalenia autorytetu historii. Ma się rozumieć, że łatwiej było wymagać racjonalnego rozwiązania nowych zadań, niż dodatnio je rozwiązywać. Stąd się wzięły te wyniki, które następnie na karb wpływów historycznych zrzucić usiłowano. Z tego prostego faktu, że wprowadzenie żelaza, jako materiału konstrukcyjnego, wywołało konieczność stosowania nowych form, nie przekazanych nam przez historię, wysnuło wnioski o zupełnej zbędności puścizny historycznej. W rozumowaniu tem posunięto się dalej jeszcze: dla form, powstałych z zastosowania nowych materiałów i nowej konstrukcji, zażądano praw obywatelstwa w całej sztuce budowlanej, a więc i w tych jej dziedzinach, które z nowym tworzywem żadnych stychnych nie wykazują (szkoła Wagnera i Olbrycha).

Kształty budowli kamiennej bądź monumentalnej, bądź skromnego domu mieszkalnego mogą być wysnuwane różnemi zgoła drogami twórczymi, a jednak zdążać wspólnie do utrzymania charakteru epoki, do której należą.

Niedoceniając więc puścizny historycznej w jej zastosowaniu ogólnem jest błędem wobec obawy popełnienia jakoby niekonsekwencji, polegającej na podziale współczesnego zakresu zagadnień architektury. Podział ten, sztuczny i bezsensowny w zastosowaniu do budownictwa czasów ubiegłych, nasuwa się jednak jako coś istotnie koniecznego dla dzieł architektury nowoczesnej. Musimy więc podzielić zagadnienia architektury współczesnej na dwie kategorie: zagadnienia, które nowymi środkami i w nowych kształtach wyraz swój znaleźć mogą i powinny, oraz zagadnienia, będące dalszym organicznym rozwojem tych zjawisk architektury ubiegłej, które i poprzez nasze czasy wątek swej dawnej myśli architektonicznej w nowej postaci snuć powinny.

Widzimy przeto, że nie tylko względy ogólnej kultury estetycznej nadają szczególną wagę studjom historii architektury, lecz że dla każdego architekta nieodzownym jest wniknięcie w ewolucję sztuki, która już w epokach minionych wyraz swój znajdowała. Jestto niezbędnem dla uchwycenia tego punktu, do którego możnaby nawiązać dalszą twórczość w kierunku właściwym.

Dla stworzenia własnego stylu niedostateczną jest znajomość jego elementów, należy jeszcze przyswoić sobie ducha tego stylu, który jeden tylko zdolny jest ożywić dzieło ludzkie. Szczególnie ożywym jest ten duch w architekturze, gdzie proces twórczy ściśle jest związany z rozumowaniem, gdzie natchnienie i poczucie artystyczne zawodzi, jeśli nie podtrzymuje go rusztowanie, oparte na logicznym rozwiązaniu *à priori* danego zagadnienia.

Kto stykał się z praktycznymi zagadnieniami architektury, ten nie zaprzeczy, że fantazyja, nie wspierana przez nabyte doświadczenie, równowagi nie utrzyma. Życia jednakże nie starczyłoby dla zdobycia tego doświadczenia wyłącznie własnymi siłami: wieki przed nami doświadczenia te poczyniły. Wpływu, jaki one na tego lub innego wyrzucić mogą, należy się doszukiwać w sposobie posiłkowania się ich

zdołają. Szkodliwą jest nie znajomość dzieł architektury, lecz pobieżność, powierzchowność tej znajomości. Nie należy mieszać studyów z przyswajaniem wrażeń powierzchownych, albowiem to ostatnie może istotnie sprowadzić na bezdroża, zwłaszcza, jeżeli wrażenia są odbierane, jako skutki przyczyn niezgłębionych.

Stwierdza to po raz tysięczny odwieczną prawdę, że wiedza głęboka wyjaśnia istotę rzeczy, wiedza zaś powierzchowna własne swe ostrze przeciwko rzeczy tej odwraca.

Wszystko to dostatecznie wyjaśnia metodę nauczania historii architektury. Zamiast wdrażać ucznia we właściwości poszczególnych epok, lub w naśladowanie form zewnętrznych, należy mu wyjaśniać istotę historycznego rozwoju architektury, zawarte w niej idee podstawowe, a co najważniejsza, ciągłość myśli architektonicznej poprzez wszystkie wieki i obecność tej myśli w każdej szerszej formie budowlanej. Metoda ta prowadzi do odróżniania plewy od ziarna, martwych soków od zawiązków zdrowych, które w najcudniejsze kwiaty rozwinąć się mogą. Zrozumienie w ten sposób istoty twórczości architektonicznej prowadzi w pewnej mierze do eklektycyzmu historycznego, który jednak z punktu widzenia ogólnej kultury estetycznej żadnych niebezpieczeństw nie przedstawia, gdyż nawiązuje on wątek do idei epoki historycznej, nie zaś do twórczości jednostki poszczególniej.

Niesłusznym jednak byłby wniosek, że opieranie się na puściznie historycznej prowadzi wyłącznie i jedynie do eklektycyzmu. Zaprzecza temu przede wszystkim cała ewolucja architektury, nigdy nie zatracającej wątku idei przewodniej, a jednak przechodzącej przez coraz to nowe formy, dzięki właśnie twórczości jednostek o indywidualności wybitnej. Zwróćmy się do nowożytnej sztuki angielskiej, która osiągnęła współczesną swą fazę nie drogą rewolucji, lecz drogą nawiązania podjętego przez Morrisa wątku myśli gotyckiej do tradycji baroku mieszczańskiego (Norman Shaw). Wynikiem tego nie było jednak skrzyżowanie się gotyku ze stylem Queen Anne. W ręku artystów czynniki te zrodziły coś zupełnie odrębnego, coś, co zachowało jedyną i najważniejszą właściwość obu swych rodziców: *pierwiastek swojskości prawdziwie angielskiej. Pierwiastek swojskości jest dla każdego narodu najważniejszym momentem w twórczości artystycznej, momentem, który tylko drogą badań dziejowych osiągnąć się daje.*

Rozprawka niniejsza miała na celu wyznaczenie linii, odgraniczającej sferę wpływów tradycji zdrowej od sfery wpływów nowych czynników życia, oraz wskazanie dziedzin właściwych, w których te lub inne wpływy owoc jędrny zrodzić mogą. Winniśmy baczyć, aby ziemią żyzną, zwożoną do ogrodu naszego pod sadzonki, nie zasypać krzewów kwitnących, które przede wszystkim dalszych naszych starych dla swego rozwoju wymagać będą. Winniśmy jednak przestrzegać, aby grzędy nasze nie pozostawione były bez uprawy, gdyż mogą one zarosnąć kąkolem i bujnym chwastem.

## Forty Włodzimierza i Aleksego Cytadeli Warszawskiej.

Forty: Włodzimierza (№ 6) i Aleksego (№ 5) cytadeli warszawskiej oddane zostały przez władze okupacyjne Zarządowi m. st. Warszawy do zupełnej dyspozycji. Wobec tego Zarząd miasta powiłał zamiar wykorzystania zabudowań fortowych w związku z projektowanym parkiem na terenie,

tej dzielnicy, Sekcja Pracy K. O. m. st. Warszawy dokonała ścisłych pomiarów, objętego powyższym programem terytorium, oraz znajdujących się na tym terenie obydwóch fortów z ich wszystkimi zabudowaniami. Załączone rysunki w rzutach, przekrojach i elewacjach<sup>1)</sup>, które w tem miej-



Przekrój rs.



Fort Włodzimierza.

Przekrój gh.

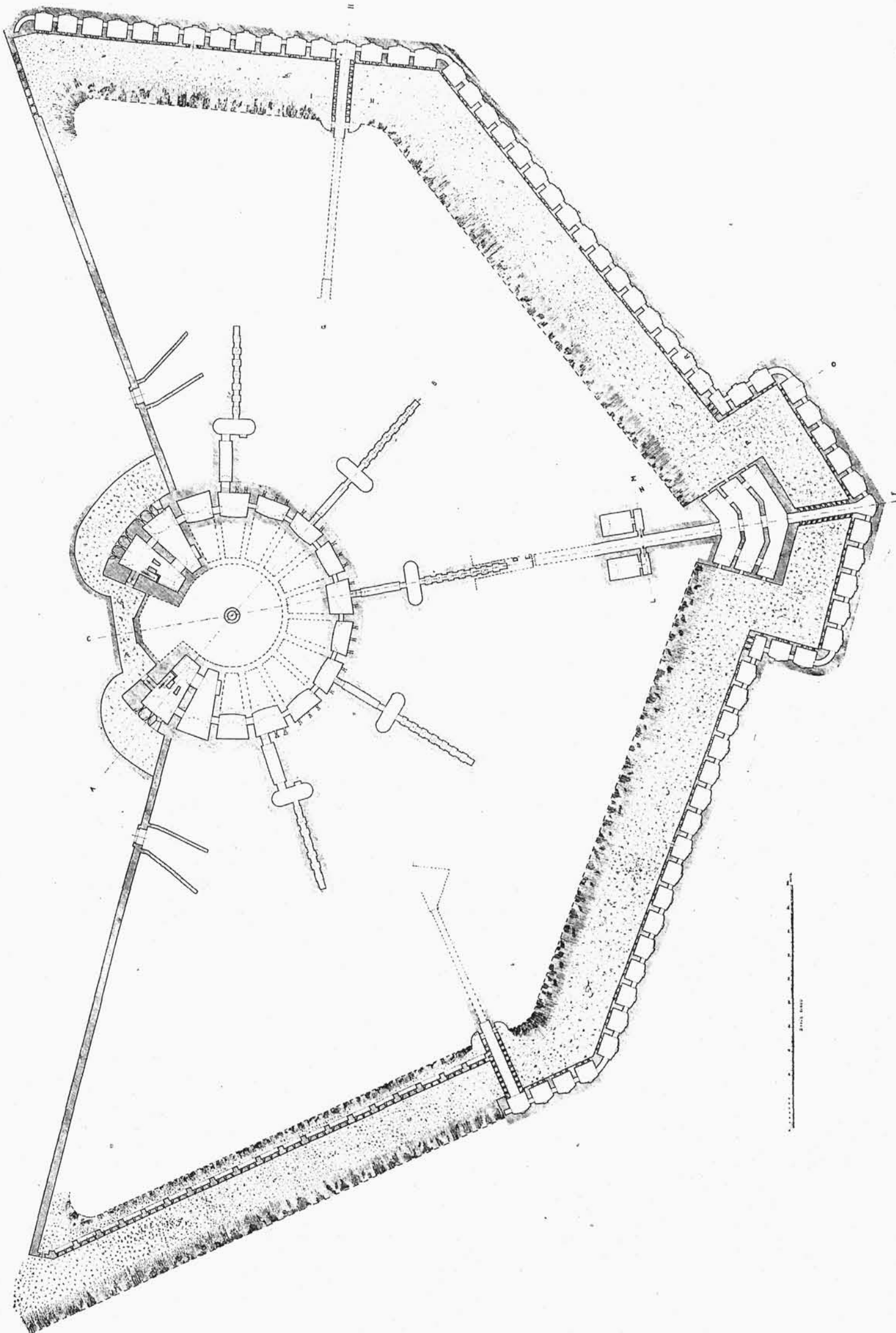
ograniczonym od wschodu Wisłą, od południa ulicami Zakątną, Wójtowską, Konwiktorską i Esplanadową; od zachodu ul. Pokorną, od północy zaś torem kolejowym, aż do Wisły. Pragnąc zaś całokształt związanych z tą sprawą zagadnień, dotyczących regulacji całego Powiśla między mostami Kierbedzia i kolejowym wprowadzić na drogę racjonalną, postanowiono w najbliższym czasie ogłosić za pośrednictwem Kola Architektów konkurs na rozplanowanie

seu, ze względu na możliwą ich przeróbkę lub nawet zburzenie, uważamy za celowe pomieścić, ilustrując układ i rozplanowanie fortów; uwagi zaś poniższe mają na celu wyjaśnić to wszystko, co w przedstawieniu rysunkowym z natury rzeczy nie tłumaczy się dostatecznie.

Fort Włodzimierza zbudowany w r. 1868 z cegły,

<sup>1)</sup> Rysunki fortów zostały wykonane z natury w oddziale technicznym *Komisji Robót Publicznych*.





Fort Aleksygo Nr. 5. Plan podziemi.

wznosi się wysoko ponad lewym brzegiem Wisły. Brama wjazdowa na okrągły niewielki dziedziniec fortu zwrócona jest w stronę północno-wschodnią ku cytadeli i oddzielona od otaczającego ją terenu fosą, przez którą wiesz most zwodzony. Budynek w postaci rondla okrągłego z dziedzińcem pośrodku i wycinkiem na bramę, składa się z przyziemia i piwnic. W przyziemiu znajduje się 14 kazamat, założonych radialnie, sklepionych w beczkę, z oknami zwróconymi na dziedziniec i po przeciwległej stronie na fosę. 3 kamery po prawej i 2 po lewej stronie bramy przedzielone są ściankami poprzecznymi na mniejsze pomieszczenia. Z dwu kamer prowadzą schody do piwnic. Naprzeciw bramy znajduje się wieża okrągła ze schodami na wierzch fortu, pokrytego grubą warstwą ziemi z darnią. Od strony południowej i zachodniej otacza budynek fosa, na którą z jednej strony wychodzą okna strzelnicze z piwnic, z przeciwległej strony biegnie podziemna galerya również ze strzelnicami zwróconymi ku fosie. Galerya ta przykryta jest ziemią, która niewielkim spadkiem splywa do ul. Zakątnej i Wójtowskiej, tworząc glacie. Piwnice z galeryą tą łączą się za-

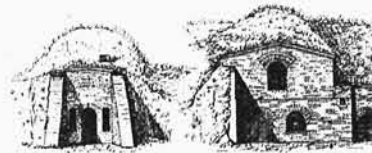
pomocą trzech zewnętrznych korytarzy murowanych, opatrzonych strzelnicami. Od strony wschodniej, t. j. od Wisły, fosa została zasypana ziemią do poziomu przyziemia, przez co wytworzył się rodzaj tarasu, którego stoki spadają stromo ku rzece.

Z piwnic prowadzą schody do drugiej kondygnacji podziemi, skąd rozchodzą się galerye minowe i korytarze podziemne z wyjściami na zewnątrz od strony Wisły.

Fort Aleksego, położony w zachodnio-północnej części wyżej wspomnianego placu, obok byłego dworca Kowelskiego. Założenie jego jest takie same jak w forcie Włodzimierza. Budynek posiada również kształt rondla okrągłego z podwórkim po środku, do którego dostęp prowadzi przez bramę i most zwodzony ponad fosą od strony północno-zachodniej. W przyziemiu znajduje się 15 radialnie założonych kamer sklepionych w beczkę z oknami zwróconymi tylko na podwórkę. Z piwnic rozchodzi się radialnie 5 galeryi minowych. Fort ten był pierwotnie, podobnie jak Włodzimierza, otoczony fosą, na co wskazują strzelnice zamurowane w piwnicach, lecz następnie fosa ta została całkowicie zasypana ziemią, jak również i zewnętrzna ściana budynku. Zamiast tej fosy zbudowana została w pewnej odległości od głównego budynku fosa zewnętrzna, otaczająca fort z trzech stron: wschodniej, południowej i zachodniej. Od strony północnej łączy tę fosę z budynkiem mur, opa-



Brama wjazdowa fortu Włodzimierza.

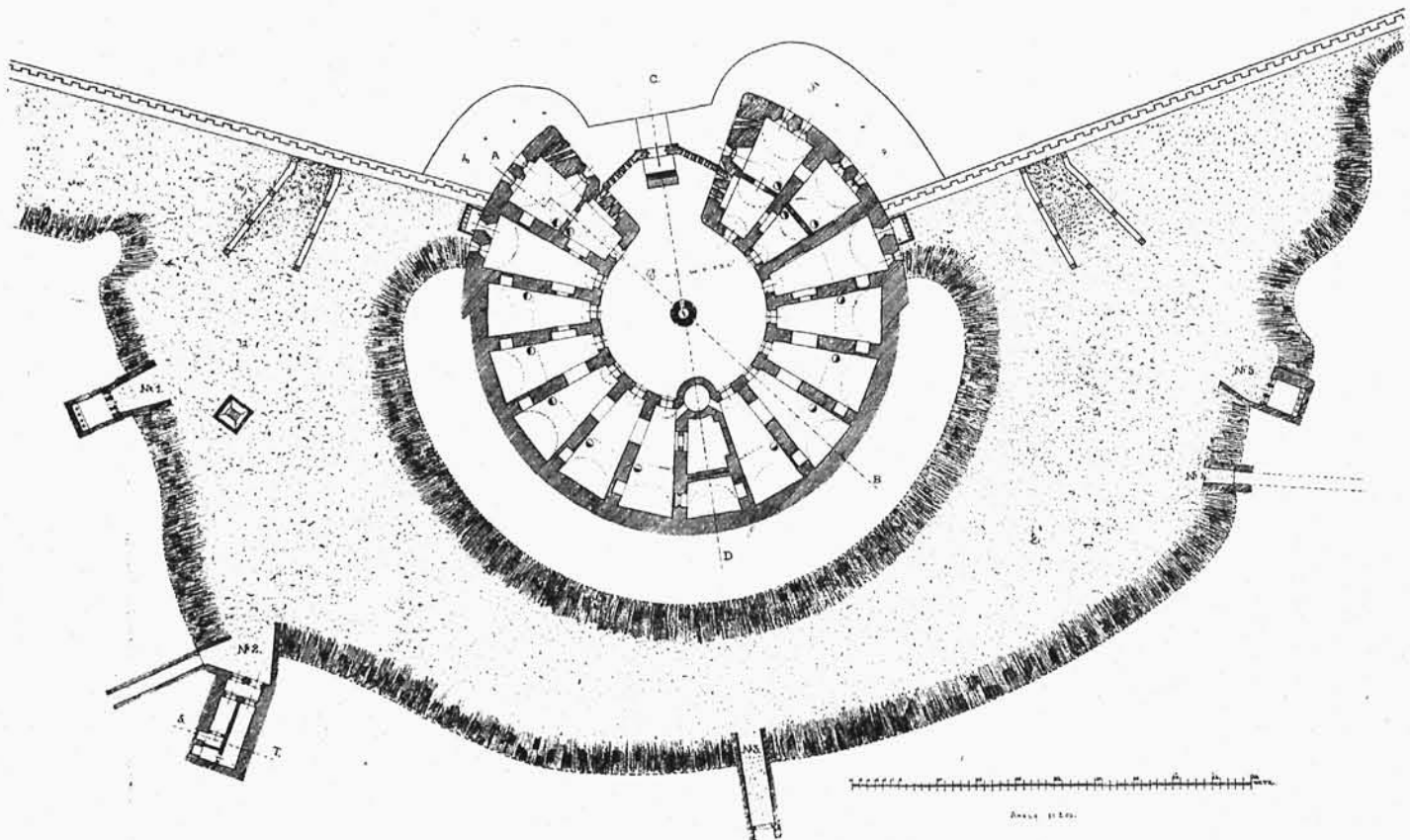


Nr. 1.

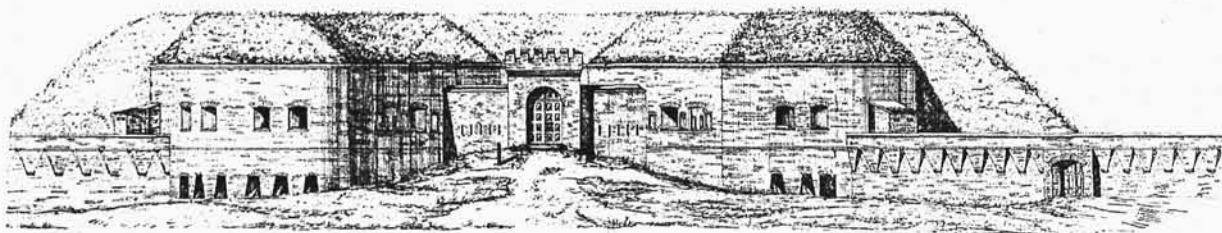
Nr. 2.



Przekrój ST.



Fort Aleksego. Plan przyziemia.



Fort Aleksego. Elewacya.

trzony blankami. Między fosą zewnętrzną a budynkiem znajduje się wał ziemny, przez co wytworzyła się druga fosa wewnętrzna, na poziomie przyziemia, z której prowadzą przejścia podziemne do galeryi biegnących wzdłuż całej fosy zewnętrznej, ze strzelnicami skierowanymi na fosę.

Do fosy wewnętrznej prowadzą dwie bramy w murze od strony północnej; bezpośredniego połączenia budynku głównego z fosami niema. Dzięki podwójnej fosie i wałowi ziemnemu cały teren posiada malownicze, pagórkowate położenie.

K. Kl.

## SPRAWY BIEŻĄCE I ROZMAITOŚCI.

**Koło Architektów.** *Sprawozdanie z posiedzenia w dniu 22 grudnia r. z.* Kol. Tad. Tołwiński udzielał objaśnień, dotyczących się rozplanowania m. Kalisza, gdyż łącznie z kol. Kalinowskim odbyli wycieczkę do Kalisza. Uzupełnił objaśnienia te wspomniany wyżej kol. Kalinowski. Kol. Lilpop postawił wniosek, aby w pierwszych dniach stycznia r. b. urządzić specjalne zebranie, poświęcone Kaliszowi. Uchwalono w myśl wniosku kol. Lilpopa za 2 tygodnie urządzić zebranie Koła, na którym koledzy Tad. Tołwiński i Kalinowski udzielać będą wyczerpujących objaśnień, dotyczących się planu Kalisza. Zebranie to będzie miało na celu dać możność tym, którzy Kalisza nie znają a biorą udział w konkursie, wyjaśnienia wielu kwestyi w planie Kalisza. Po dyskusji i balotowaniu na członków sądu

*Sprawozdanie z posiedzenia w dniu 29 grudnia 1915 r.*

Komisyja organizacyjna bursy akademickiej nadesłała list z prośbą o zadeklarowanie ofiar stałych, miesięcznych, na utrzymanie bursy. Poproszono kolegów, aby w miarę możności i chęci zechcieli zapisywać się na liście. Kol. Heurich zakomunikował, że organizuje się Towarzystwo produkcji materiałów budowlanych dla odbudowy wsi i miast polskich; projekt tego Towarzystwa powstał już w b. Centr. Kom. Obyw. W celu zaznajomienia kolegów z tem Towarzystwem, kol. Heurich odczytał projekt ustawy. Dyskusya na ten temat wskazała, że o ile Koło Architektów pragnęłoby należeć do wspomnianego Towarzystwa, to winno kupić udział na 2000 rb., co dałoby prawo głosu na zebraniach.

Odczytano list od tech. budowl. p. Feliksa Krettiego, który w serdecznych słowach dziękuje Zarządowi Koła, inicjatorom i prelegentom kursów budow. wiejskiego za owocną i obywatelską pracę.

*Sprawozdanie z posiedzenia w dniu 5 stycznia 1916 r.*

Kol. przewodniczący odczytał od magistratu m. Kalisza list, w którym proponują wprowadzić pewne nieznaczne zmia-

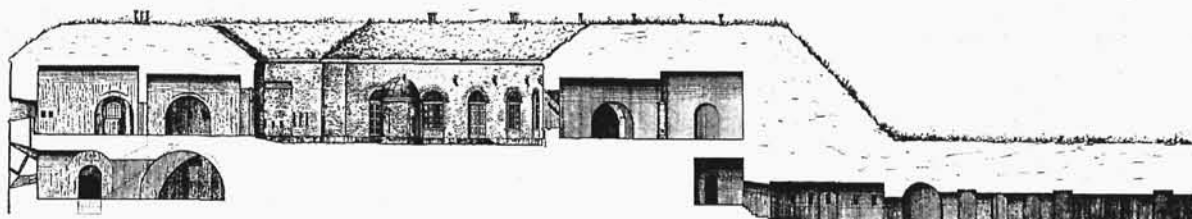


Nr. 3.

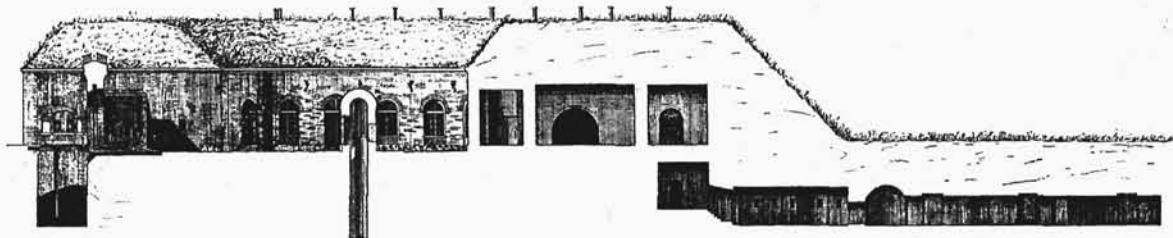
Nr. 4.

Nr. 5.

Przekrój IK.



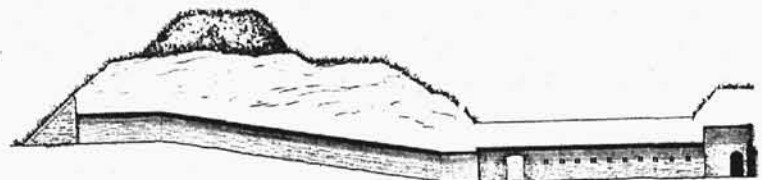
Przekrój AB.



Przekrój CD.

konkursowego z ramienia Koła Architektów na rozplanowanie gruntów pofortecznych i dzielnicy staromiejskiej m. Warszawy, wybrano kolegów: Heuricha, Loewego, Wojciechowskiego, Do-maniewskiego, Dziekońskiego i Szyllera. Na I-ą nagrodę uchwalono przeznaczyć rub. 700, na II-gą—rub. 300 i na III—rub. 200; zakupy po rub. 100. Odczytano list od prezesa D.A.P. p. Ekielskiego oraz przysłany przez niego program odbudowy miasteczek. Kol. Loewe prosi o zrobienie uwag na projekcie przepisów budowlanych dla miasteczek, opracowanych przez prof. Mik. Tołwińskiego i dostarczenie ich przed 10 stycznia r. 1916.

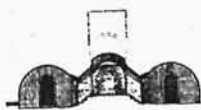
W. J.



Przekrój GH.



Przekrój EF.



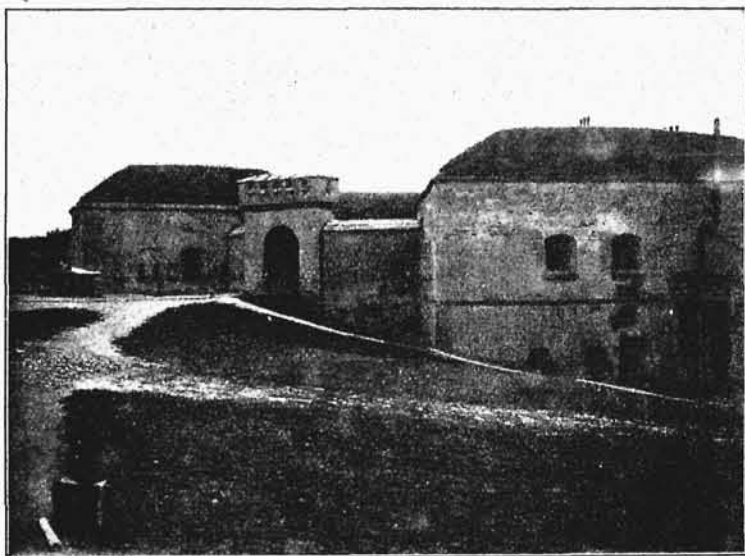
Przekrój LM.



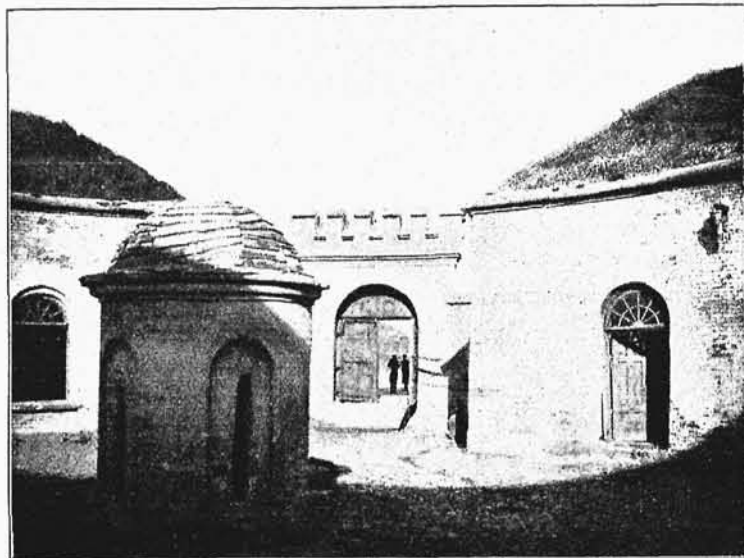
Przekrój NO.  
Fort Aleksiego.



Przekrój PR.



Brama wjazdowa.



Dziędziniec.

ny w programie konkursu na rozplanowanie m. Kalisza. Koło uznało zmiany te za możliwe do przyjęcia i uchwaliło podać do pism, by zawiadomić o tem konkurujących. Do zawiadomienia tego, na wniosek kol. Lilpopa, wprowadzono uwagę, aby konkurujący podawali przy pracy konkursowej notatkę, że warunki dodatkowe, podane w pismach, są im znane. Kolegom Tad. Tołwińskiemu i Zd. Kalinowskiemu podziękowano za ich starania w Kaliszu, mające na celu poparcie naszego konkursu, co, jak się okazało, miało swój skutek dodatni. Po załatwieniu tej sprawy, przy zaproszonych gościach, z p. Parczewskim na czele, p. Franc. Szaniora podał szereg wyjaśnień, dotyczących bytności jego w Kaliszu, dokąd wezwany był w charakterze doradcy w sprawie uporządkowania parku miejskiego. Po sprawozdaniu p. Franc. Szaniora zabrali głos koledzy Tad. Tołwiński, Zd. Kalinowski i udzielali wyjaśnień na zapytanie, dotyczące obecnego Kalisza. Ze swej strony mec. Parczewski objaśnienia te dopełniał swojemi uwagami. Po wyczerpaniu tego punktu porządku obrad dyskutowano na temat propozycji zgłoszonej do Koła ogłoszenia konkursu na dom kąpielowy w Radomiu. Uchwalono na konkurs zgodzić się przy uwzględnieniu następujących warunków: suma nagród ma być nie mniejsza niż rb. 800, na koszt ogłoszenia rb. 120. Otrzymało podziękowanie od *Gazety Rolniczej* i Tow. Op. nad Z. P. za przesłane im w upominku dziełko: „Odbudowa wsi polskiej“. Kol. Heurich zakomunikował, że Rada Opiekuńcza ma wszcząć starania u władz niemieckich o wyjednanie pozwolenia na zajęcie się odbudową wsi polskiej. W związku z tą sprawą uchwalono powierzyć kol. Wład. Michalskiemu opracowanie ustawy budowlanej krajowej. Po dokonaniu tej pracy zwołana będzie komisya, złożona z prof. M. Tołwińskiego, Jankowskiego, Z. Wóycickiego i Domaniewskiego do rozpatrzenia i ewentualnego wprowadzenia poprawek.

*Sprawozdanie z posiedzenia w d. 12 stycznia r. b.*

Dr. Lauterbach, zaproszony przez Koło, wypowiedział odczyt na temat: „Potrzeby estetyczne Warszawy“, poczem rozwinęła się dyskusya, mająca na celu wyjaśnienie niektórych punktów odczytu. Przewodniczący Koła w imieniu kolegów

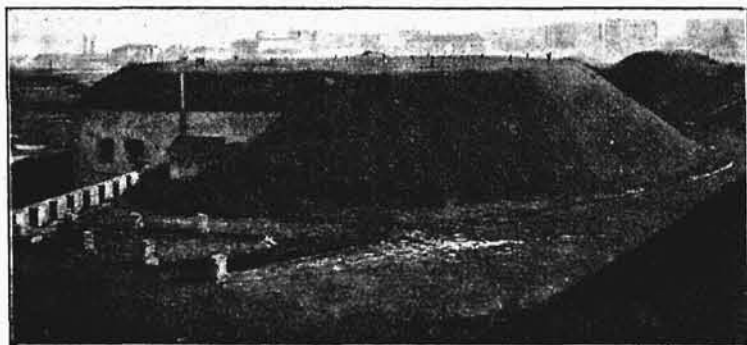
podziękował prelegentowi za nader zajmujący odczyt. Wydział architektoniczny Sekcyi budowlanej m. Warszawy zawiadomił Koło Architek., że na ogłoszenie konkursu na rozplanowanie Staromiejskiej dzielnicy m. Warszawy przeznaczono rb. 1500. Koło uchwaliło upoważnić przewodniczącego kol. Heuricha do podjęcia wspomnianej sumy.

Tow. Przemysłow. Król. Pol. nadesłało podziękowanie za prace Komisji szacunkowej i za elaborat p. Paszkowskiego: „Wzory szacowania słupów i stropów żelbetowych“. Przewodniczący w imieniu Koła wyraził podziękowanie od Koła Komisji w osobie przewod. p. Loewego; p. Paszkowskiemu uchwalono przesłać list z podziękowaniem od Koła.

Wniosek jednego z członków Koła, proponujący przeniesienie posiedzeń Koła ze środy na inny dzień w tygodniu, upadł. Kol. Jakimowicz zaproponował zapytać się delegatów naszych do jury na obraz „Polska“ pp. Dziekońskiego i Wojciechowskiego o przyczyny odłożenia terminu konkursu, gdyż w pewnej mierze sprzeciwia się zasadniczemu warunkom konkursowym.

Rada Stow. Tech., w imieniu Komitetu Budowy Szkoły Staszica, zwróciła się do Koła o zbadanie danych technicznych, czy wskazane jest obecnie dokończenie rozpoczętej budowy i o podanie ewentualnego kierownika budowy, na miejsce kol. M. Kontkiewicza, który znajduje się w Rosyi. Zbadanie tego zapytania powierzono kolegom Nieniewskiemu i Jabłońskiemu i danie odpowiedzi na następnym posiedzeniu, na którym mogłyby się odbyć wybory kierownika budowy. Prof. M. Tołwiński prosi kolegów o podanie polskiego wyrazu zamiast słowa „prospekt“.

W. J.



Widok od strony zachodniej.



Wnętrze kazamat.

Fort Aleksęgo.