

T R E Ś Ć : Część urzędowa. Część nieurzędowa. Stefan Bryła: Doświadczenia z połączeniami nitowanymi wzmocnionymi przy pomocy spawania. — Dr. Cz. Thullie: Kościoły i klasztory warowne w dawnej Polsce. (Ciąg dalszy). — Wiadomości z literatury technicznej. — Bibliografia. — Kongresy i Zjazdy.

## Część urzędowa.

### Ustawy i rozporządzenia.

W Dz. U. Nr. 56, poz. 458 — Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych i Ministra Skarbu z dn. 10. VI. 1931 r., wydane w porozumieniu z Ministrami: Spraw Wewnętrznych, Przemysłu i Handlu, Sprawiedliwości oraz Poczty i Telegrafów, zmieniające rozporządzenie z dn. 17 marca 1931 r. w sprawie wykonania ustawy o Państwowym Funduszu Drogowym.

W Dz. U. Nr. 57, poz. 463 — Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych w porozumieniu z Ministrem Spraw Wewnętrznych z dn. 27 maja 1931 r. o zniesieniu urzędu budowy gmachów państwowych w m. st. Warszawie (przedruk w Monitorze Polskim Nr. 151).

W Dz. U. Nr. 60, poz. 490 — Obwieszczenie Ministra Robót Publicznych w porozumieniu z Ministrem Spraw Wewnętrznych z dn. 15 maja 1931 r. o sprostowaniu błędów w rozporządzeniu Ministra Robót Publicznych w porozumieniu z Ministrem Spraw Wewnętrznych z dn. 7 III. 1931 r., rozciągającym przepisy policyjno-budowlane dla gmin miejskich na niektóre osiedla gmin wiejskich na obszarze województwa lubelskiego (przedruk w Monitorze Polskim Nr. 171).

W Dz. U. Nr. 64, poz. 527 — Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych w porozumieniu z Ministrem Spraw Wewnętrznych z dn. 12 VI. 1931 r. rozciągające przepisy policyjno-budowlane dla gmin miejskich na niektóre osiedla gmin wiejskich na obszarze województwa wołyńskiego (przedruk w Monitorze Polskim Nr. 177).

W Dz. U. Nr. 64, poz. 528 — Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dn. 9 maja 1931 r. o ustaleniu specjalnych wymagań od kandydatów na niższych funkcjonariuszów państwowych w dziale drogowym i na niektóre stanowiska w dziale wodnym służby na lądzie.

W Dz. U. Nr. 66, poz. 546 — Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 2 lipca 1931 r. o stanowisku wojewodów i starostów jako przedstawicieli Rządu.

W Dz. U. Nr. 67, poz. 551 — Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dn. 23 maja 1931 r. ustalające zasady sporządzania projektów technicznych, wymaganych do uzyskania pozwoleń w sprawach wodnych.

### Zmiany personalne.

#### Mianowania.

Zarząd Centralny Ministerstwa Robót Publicznych w Warszawie: Inż. Tadeusz Szanior, Dyrektor Urzędu budowy gmachów państwowych w m. st. Warszawie w V st. sł. — Naczelnikiem Wydziału w V st. sł. w Ministerstwie Robót Publicznych.

Urząd Wojewódzki (Dyrekcja Robót Publicznych) w Kielcach: Inż. Mieczysław Laubitz — prow. radcą budownictwa w VI st. sł.

Urząd Wojewódzki (Dyrekcja Robót Publicznych) w Nowogrodku: Inż. Józef Romański — prow. radcą budownictwa w VI st. sł.

#### Zwolnienia.

Urząd Wojewódzki (Dyrekcja Robót Publicznych) w Brześciu n/B: Inż. Władysław Zukowski, prow. radca budownictwa w VI st. sł.

#### Przeniesienia.

Inż. Mieczysław Surwiłło, radca ministerjalny w VI st. sł. z Ministerstwa Robót Publicznych do Urzędu Wojewódzkiego (Dyrekcji Robót Publicznych) w Warszawie z nominacją na kierownika Oddziału w VI st. sł.

#### Przeniesienia w stan spoczynku.

Zarząd Centralny Ministerstwa Robót Publicznych w Warszawie: Inż. Józef Opolski, Dyrektor Departamentu w III st. sł. — na własną prośbę z dniem 31 lipca 1931 r.

Urząd Wojewódzki (Dyrekcja Robót Publicznych) w Toruniu: Dr. inż. Mieczysław Nawrowski, Dyrektor Robót Publicznych w V st. sł. — na własną prośbę z dniem 30 czerwca 1931 r.

## Część nieurzędowa.

Stefan Bryła.

### Doświadczenia z połączeniami nitowanymi wzmocnionymi przy pomocy spawania.

Doświadczenia omawiane stanowią drugą z rzędu serję doświadczeń wykonanych dla polskiego Ministerstwa Robót Publicznych. Wielkie znaczenie ich dla konstrukcji żelaznych, zwłaszcza mostowych, leży w tem, że wiele istniejących budowli wymaga po pewnym czasie wzmocnienia z różnych powodów, przedewszystkiem jednak z powodu zwiększenia się obciążeń. Wzmocnienie połączeń węzłowych konstrukcji kratowych przedstawia tu zaś wogóle największe trudności; najczęściej bowiem niema miejsca na umieszczenie dodatkowych nitów. Wtedy wzmocnienie przy pomocy spawek oddać może nieocenione korzyści, o ile oczywiście współpraca nitów i szwów spawanych będzie należyście zagwarantowana.

Doświadczenia z połączeniami spawanymi nitowanymi robił jeszcze przed kilku laty prof. Roś w Zurychu, następnie prof. Dustin w Brukseli, oraz profesorowie Kayzer i Gehler w Niemczech. Wyniki tych badań były jednak dość niezgodne z sobą. Doświadczenia te, wykonane przeważnie z niewielką ilością próbek nie mogły

dawać dostatecznej podstawy do określenia współdziałania obu rodzajów połączeń. Podaję tu jednak wyniki, do jakich doszedł prof. Roś.

Wzmocnienia połączeń, nitowanych przez nieracjonalnie zaprojektowane i obliczone spawania, zdaniem prof. Roś'a nie dają żadnego powiększenia siły przenoszonej i prowadzą nawet do osłabienia połączenia. Przyczyna tego leży w różnych zdolnościach pracy i wydłużenia połączenia nitowanego i spawanego. Wartości wytrzymałościowe poszczególnych połączeń wynosiły u niego:

- wytrzymałość na ścinanie nita średnio  $4,0 t/cm^2$ .
- granica plastyczności połączenia nitowanego  $= 0,6 \cdot 4,0 = 2,4 t/cm^2$ . (granica plastyczności połączenia nitowanego nazywa prof. Roś naprężenie, przy którym następuje silny przyrost odkształceń bez przyrostu siły; wynosi ono okragło 0,6 wytrzymałości na ścinanie).
- wytrzymałość szwu na styk  $3,5 t/cm^2$ .
- wytrzymałość szwu czołowego  $2,5 t/cm^2$ .
- wytrzymałość szwu bocznego  $2,1 t/cm^2$ .

f) wytrzymałość połączenia kombinowanego (spawanie czołowe, oraz boczne),  $2,3 \text{ t/cm}^2$ .

g) wytrzymałość doraźna na rozciąganie stali zlewnej konstrukcyjnej  $4,1 \text{ t/cm}^2$ .

h) wydłużenie procentowe przy zerwaniu  $A_{10} = 25\%$ .

Z wytrzymałości połączenia nitowanego wyzyskać można tylko  $60\%$ , gdyż ponad tę wartość przy zwiększającym się obciążeniu wydłużenia nitów tak silnie wzrastają, że cała nadwyżka siły przenosi się na połączenie spawane. Przy założonej równowartości pomiędzy połączeniem nitowanym, a połączeniem kombinowanym, muszą spoiny przenieść resztę siły rozciągającej, t. j. te  $40\%$ , które z racji wydłużeń nita połączenie straciło. Prowadzi to do zależności:

$$F_{sp} = F_{nit} \frac{(1-0,60) \cdot 4,00}{2,30} = 70\% F_{nit}$$

t. j. przy równowartości pomiędzy samym połączeniem nitowanym, oraz połączeniem kombinowanym z nitów i spawania czołowego i bocznego, musi całkowita powierzchnia spawania wynosić  $70\%$  powierzchni nitowania. Tylko nadwyżka ponad tę wartość powoduje odciążenie połączenia nitowanego. Połączenie nitowane wzmacnia się zatem praktycznie przy pomocy spawki wówczas, gdy powierzchnia spawania równa się pracującej powierzchni nitów. Zastosowanie spawak, które nie pozwalają na przenoszenie siły przez nity, jak to się dzieje przy szwach na styk i przy silnie dymensjonowanych szwach czołowych wykluczają współpracę obu rodzajów połączeń.

Roś wyciągnął następujące wnioski:

1. Wytrzymałość na rozciąganie spawek, wykonanych na drodze elektrycznej wynosi średnio  $3,5 \text{ ton/cm}^2$ . Odchyłki mogą wynosić do  $30\%$ , podczas gdy przy konstrukcjach nitowanych  $15\%$ .

2. Spawanie na styk nie daje wzmocnienia połączenia nitowanego.

3. Szwy boczne ze średnią wytrzymałością około  $2,1 \text{ ton/cm}^2$  oraz szwy czołowe z wytrzymałością  $2,5 \text{ ton/cm}^2$ , średnio zatem  $2,3 \text{ ton/cm}^2$  prowadzą do odciążenia połączenia nitowanego tylko wtedy, jeżeli pracująca powierzchnia spawania równa się conajmniej powierzchni pracującej nitów. Udział nitów wynosi około  $0,6$  całkowitej ich wytrzymałości.

4. Zastosowanie spawak, które stoją na drodze przenoszenia siły do nitów, jak to się dzieje przy szwach czołowych i na styk, może wykluczyć całkowicie współpracę tychże z nitami.

5. Poleca się przy wzmocnieniu połączenia nitowanego przez spawanie w każdym poszczególnym przypadku wykryć prawdziwe stosunki przy pomiarach i badaniach wytrzymałości dla zorientowania się w obrazie współpracy połączeń kombinowanych, nitowanych i spawanych.

Przytaczając powyższą opinię zauważyć można, że wypada ona raczej na niekorzyść połączeń kombinowanych. W rzeczywistości sprawa wzmocnienia konstrukcji nitowanych przy pomocy połączeń spawanych, przedstawia bardzo duże trudności w doborze rodzaju połączenia spawanego i wielkości jego powierzchni w stosunku do powierzchni nitów pracujących, a to ze względu na różny charakter i zdolność pracy obu rodzajów połączeń. Jakkolwiek na tem polu zostały wykonane dość liczne doświadczenia, nie są one jednak wystarczające, zwłaszcza, że poszczególne opinie np. prof. Rośa i prof. Dustin'a nie są ze sobą zgodne.

Jak to jest widoczne z powyżej przytoczonych doświadczeń, przyjął Roś dla szwów bocznych i czołowych niezależnie od grubości i długości szwu średnią wartość  $2,3 \text{ ton/cm}^2$ . Wynik ten jest, jak już wydaje się na pierwszy rzut oka za niski, a powtórnie nie jest polecenia godnym przyjmować jedną wartość niezależnie od długości, a zwłaszcza i grubości szwu, co jasno wynika z poniżej przedstawionych rezultatów i badań nad szwami czołowymi i bocznymi, które omówione będą pod tym względem osobno.

Doświadczenia, które omawiam poniżej, przeprowadzone zostały pod moim kierownictwem w Mechanicznej Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej, przy współudziale asystenta tejże Stacji p. Marjana Popiela. Próbkę wykonała firma Edward Kozłowski we Lwowie, przy zastosowaniu elektrod Arcos Tensilend.

Wykonano przytem następujące serie badań:

1. Wytrzymałość na rozciąganie próbki przy połączeniu nitowanym. Oznaczono wytrzymałość na ścinanie nitów. Do badań wzięto próbki blach kotłowych, połączone za pomocą nitów o wymiarach  $2 \phi 11$ ,  $2 \phi 14$  i  $2 \phi 17 \text{ mm}$ . Z dwu dowolnie wybranych próbek nitów przeprowadzono analizę chemiczną, oraz badanie metalograficzne.

2a. Wytrzymałość na rozciąganie próbek spawanych, połączenie zapomocą szwów czołowych.

2b. Wytrzymałość na rozciąganie próbek spawanych, połączenie zapomocą szwów bocznych.

3a. Wytrzymałość połączenia nitowanego w kombinacji ze szwem czołowym.

3b. Wytrzymałość połączenia nitowanego w kombinacji ze szwem bocznym.

Poniżej podane zestawienie daje możliwość zorientowania się w zależności pomiędzy wytrzymałością połączenia nitowanego i spawanego, a kombinowanego przy różnych stosunkach długości i szerokości szwu do średnicy nita, a tem samym przy różnych stosunkach powierzchni szwów do powierzchni nitów. Wytrzymałość połączenia kombinowanego obliczano zapomocą następującego ułożonego wzoru:

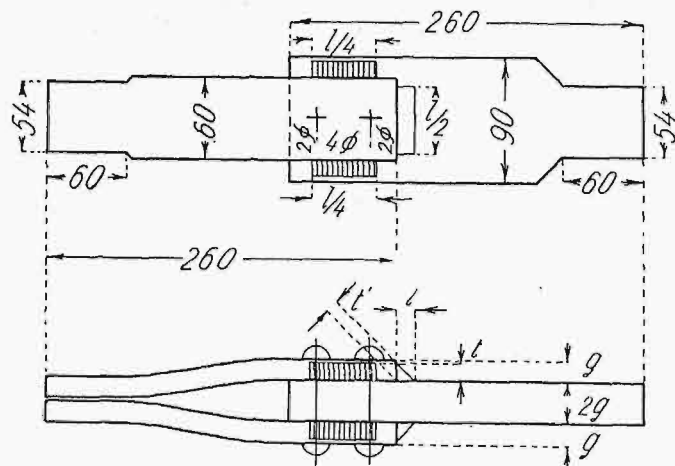
$$P_c = P_n + k \cdot P_s \text{ lub } P_c = P_n + k_1 \cdot P_{s,1}$$

Oznaczenia:

1.  $P_c$ ... całkowita siła zrywająca dla połączenia kombinowanego, nitowanego i spawanego (wyniki doświadczeń serji 3).
2.  $P_n$ ... siła przenoszona przy zerwaniu przez połączenie wyłącznie nitowane o tych wymiarach co wyżej. Wyniki doświadczeń serji 1.
3.  $P_s$ ... siła przenoszona przez połączenie tylko spawane (wyniki doświadczeń serji 2).

Powyższe trzy wielkości dane są z oddzielnych pomiarów, a zatem w obydwu równaniach mamy do obliczenia jedną niewiadomą  $k$ , względnie  $k_1$ . Spółczynnik  $k$  obliczony był przy danej wartości  $P_s$ , którą to wartość bierzemy dokładnie z wyników doświadczeń nad próbka spawaną tego samego typu, a więc: wykonaną przez tego samego spawacza o tej samej długości i przekroju poprzecznym szwów. W drugim sposobie obliczenia przy obliczeniu  $k_1$ , przyjęto stałą wytrzymałość połączenia spawanego dla szwu czołowego i bocznego w odniesieniu do teoretycznego przekroju spawki; wytrzymałość ta, przyjęta jako  $80\%$  wytrzymałości stali zlewnej wynosi:

$$R_{sp} = 0,80 \cdot 37,0 = 29,6 \text{ kg/mm}^2$$



Rys. 1.

Wartość  $k$  obliczono przy założeniu, że dobroć i jakość wykonanej spawki są takie same przy próbie o połączeniu kombinowanym, jak przy próbie czysto spawanej. Nie jest tak zawsze i może się zdarzyć nawet, że spawka w próbie o połączeniu kombinowanym została wykonana lepiej, niż próbka w połączeniu czysto spawanem, co prowadzi do wartości współczynnika  $k=1$ . Zachodzi to jednak w wyjątkowym wypadku, zwłaszcza w przedłożonej poniżej partii próbek, gdzie wykonanie spawek w jednym i drugim połączeniu było jednakowo solidne. W drugim natomiast wypadku przy obliczeniu przyjęto stałą wartość wytrzymałości połączenia spawanego t. j.  $R_{sp}=0,80 \cdot 37=29,6 \text{ kg/mm}^2$ .

Próbki miały kształt podany na rys. 1. Składały się one z płaskowników, z jednej strony jednego, szerszego, z drugiej dwukrotnie cieńszych i o tyle węższych, aby szwy boczne można było dobrze wykonać; obejmują one płaskownik grubszy obustronnie symetrycznie. Na rysunku podana jest próbka o kształcie ogólnym, z rozmieszczeniem: a) nitów, b) szwów bocznych (zakreskowanych), c) szwów czołowych (niezakreskowanych). Obrobienie na końcach odpowiednio do uchwytów maszyny rozrywającej. Dymensje dostosowane tak, aby zerwanie nastąpiło przez zniszczenie nitów, względnie spoin.

### I. Wytrzymałość połączeń nitowanych.

| Nr. próbki<br>L.      | Pole przekroju<br>nitów w $\text{mm}^2$ | Wytrzymałość na<br>ściananie w $\text{kg/mm}^2$ |
|-----------------------|---|---|
| a) 2 nity $\phi 11$ . |   |   |
| 6                     | $2 \times 2 \phi 11,0$                  | 380,0   |
| 6/1                   | "                                       | 380,0   |
| 6/2                   | "                                       | 380,0   |
|                       |   | średnio 41,95                                   |

czyli  $4,2 \text{ ton/cm}^2$ .

|                       |                        |              |
|-----------------------|------------------------|--------------|
| b) 2 nity $\phi 14$ . |                        |              |
| 2                     | $2 \times 2 \phi 14,0$ | 616,0        |
| 2/3                   | "                      | 616,0        |
| 2/4                   | "                      | 616,0        |
|                       |                        | średnio 38,5 |

czyli  $3,85 \text{ ton/cm}^2$

|                       |                        |               |
|-----------------------|------------------------|---------------|
| c) 2 nity $\phi 17$ . |                        |               |
| 17/2                  | $2 \times 2 \phi 17,0$ | 908,0         |
| 17/3                  | "                      | 908,0         |
|                       |                        | średnio 40,25 |

czyli  $4,025 \text{ ton/cm}^2$ .

Średnia wytrzymałość wzięta dla trzech rodzajów nitów  $2 \phi 11$ ,  $2 \phi 14$  i  $2 \phi 17$  wynosi  $40,20 \text{ kg/mm}^2$ , co zaokrąglić można na  $40 \text{ kg/mm}^2$ , czyli  $4,0 \text{ ton/cm}^2$ . Ta wartość przyjęta została dla wszystkich obliczeń następujących.

### II. Wytrzymałość połączeń spawanych.

Wyniki podane w zestawieniach 2a i 3b zostały wzięte z badań nad połączeniami wyłącznie spawanymi; szczegółowe omówienie ich ogłoszone będzie oddzielnie.

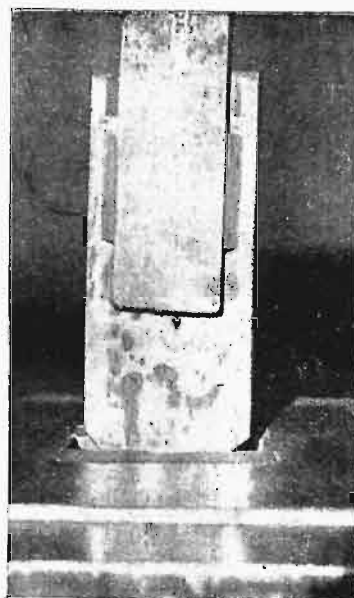
#### 2a. Wytrzymałość połączeń spawanych ze szwem czołowym.

Długość szwów stała.  $l=10 \text{ cm}$ .

| L. p. | $t$ | $t'$ | $\frac{P}{t'}$ | $\frac{P}{t'l}$    |
|-------|-----|------|----------------|--------------------|
|       | mm  | mm   | kg/cm          | kg/mm <sup>2</sup> |
| 3     | 12  | 8,5  | 31300          | 31,3               |
| 3/1   | 12  | 8,5  | 33200          | 33,2               |
| 3/2   | 12  | 8,5  | 31400          | 31,4               |
|       |     |      | średnio        | 32,0               |
| 7     | 10  | 7,0  | 36900          | 36,9               |
| 7/1   | 10  | 7,0  | 45600          | 45,6               |
|       |     |      | średnio        | 41,25              |

| L. p. | $t$ | $t'$ | $\frac{P}{t'}$ | $\frac{P}{t'l}$    |
|-------|-----|------|----------------|--------------------|
|       | mm  | mm   | kg/cm          | kg/mm <sup>2</sup> |
| 6     | 8   | 5,6  | 43600          | 43,6               |
| 6/1   | 8   | 5,6  | 42500          | 42,5               |
|       |     |      | średnio        | 43,0               |
| 5     | 6   | 4,2  | 37800          | 37,9               |
| 5/1   | 6   | 4,2  | 37400          | 37,4               |
|       |     |      | średnio        | 37,6               |
| 4     | 4   | 2,8  | 45500          | 45,4               |
| 4/1   | 4   | 2,8  | 50800          | 50,8               |
|       |     |      | średnio        | 48,1               |

#### 2b. Wytrzymałość połączeń spawanych ze szwami bocznymi (ryc. 2).



Ryc. 2.

| L. p.                               | $t$ | $t'$ | $\frac{P}{t}$ | $\frac{P}{t'l}$    |
|-------------------------------------|-----|------|---------------|--------------------|
|                                     | mm  | mm   | kg/cm         | kg/mm <sup>2</sup> |
| $l = \text{const.} = 8 \text{ cm}$  |     |      |               |                    |
| 4                                   | 12  | 8,5  | 25400         | 31,7               |
| 3/1                                 | 10  | 7,0  | 28150         | 35,2               |
| 30                                  | 8   | 5,6  | 35000         | 43,8               |
| 26                                  | 6   | 4,2  | 41400         | 51,8               |
| 22                                  | 4   | 2,8  | 33600         | 42,0               |
| $l = \text{const.} = 12 \text{ cm}$ |     |      |               |                    |
| 5                                   | 12  | 8,5  | 36000         | 30,0               |
| 35                                  | 10  | 7,0  | 40800         | 33,9               |
| 31                                  | 8   | 5,6  | 37500         | 31,3               |
| 27                                  | 6   | 4,2  | 50000         | 41,7               |
| 23                                  | 4   | 2,8  | 63800         | 53,2               |
| $l = \text{const.} = 16 \text{ cm}$ |     |      |               |                    |
| 36                                  | 10  | 7,0  | 51500         | 32,1               |
| 32                                  | 8   | 5,6  | 57200         | 35,8               |
| 28                                  | 6   | 4,2  | 57200         | 35,7               |
| 24                                  | 4   | 2,8  | 73600         | 46,0               |
| $l = \text{const.} = 20 \text{ cm}$ |     |      |               |                    |
| 37                                  | 10  | 7,0  | 63500         | 31,6               |
| 33                                  | 8   | 5,6  | 69900         | 34,9               |
| 29                                  | 6   | 4,2  | 70500         | 35,2               |
| 25                                  | 4   | 2,8  | 80300         | 40,2               |

### III. Wytrzymałość połączeń nitowanych, wzmocnionych zapomocą szwów czołowych. (Ryc. 3).

#### 1. $2 \phi 12 \text{ mm}$ , $l=10 \text{ cm}$ .

##### a) $t=4 \text{ mm}$ , $t'=2,8 \text{ mm}$ .

| L. p. | $F_n$         | $F_{sp}$      | $P_c$ | $P_n$ | $P_c - P_n$ | $R_{sp}$           | $k$   | $k_1$ |
|-------|---------------|---------------|-------|-------|-------------|--------------------|-------|-------|
|       | $\text{mm}^2$ | $\text{mm}^2$ | kg    | kg    | kg          | kg/mm <sup>2</sup> |       |       |
| 8     | 380           | 280           | 24000 | 15200 | 8800        | 31,3               | 0,65  | 1,06  |
| 8/1   | 380           | 280           | 22300 | 15200 | 7100        | 25,3               | 0,525 | 0,854 |
| 8/2 A | 380           | 280           | 24000 | 15200 | 8800        | 31,3               | 0,65  | 1,06  |

##### b) $t=8 \text{ mm}$ , $t'=4,2 \text{ mm}$ .

|     |     |     |       |       |       |      |       |       |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 9 A | 380 | 420 | 29200 | 15200 | 14000 | 33,3 | 0,886 | 1,125 |
| 9/1 | 380 | 420 | 26200 | 15200 | 11000 | 26,2 | 0,700 | 0,885 |
| 9/2 | 380 | 420 | 27700 | 15200 | 12500 | 29,8 | 0,785 | 1,005 |

##### c) $t=8 \text{ mm}$ , $t'=5,6 \text{ mm}$ .

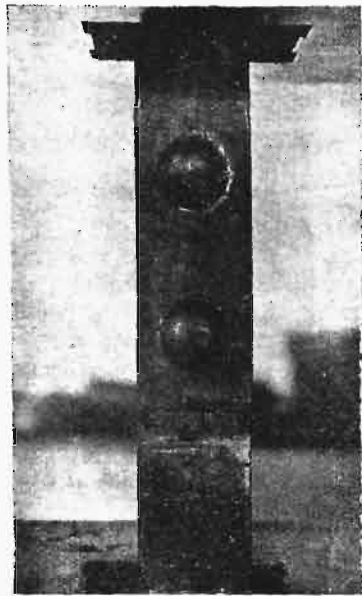
|      |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 10   | 380 | 560 | 31300 | 15200 | 16100 | 28,8 | 0,67  | 0,975 |
| 10/1 | 380 | 560 | 32500 | 15200 | 17300 | 31,0 | 0,72  | 1,05  |
| 10/2 | 380 | 560 | 33100 | 15200 | 17900 | 32,0 | 0,745 | 1,08  |

##### d) $t=10 \text{ mm}$ , $t'=5,6 \text{ mm}$ .

|      |     |     |       |       |       |       |       |       |
|------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11   | 380 | 700 | 31000 | 15200 | 15800 | 22,6  | 0,658 | 0,765 |
| 11/1 | 380 | 700 | 37400 | 15200 | 22200 | 32,75 | 0,921 | 1,07  |
| 11/2 | 380 | 700 | 39000 | 15200 | 23700 | 34,0  | 0,990 | 1,15  |
| 9    | 380 | 700 | 36100 | 15200 | 20900 | 29,1  | 0,845 | 0,985 |
| 9/1  | 380 | 700 | 36600 | 15200 | 21400 | 30,6  | 0,890 | 1,035 |
| 9/2  | 380 | 700 | 34800 | 15200 | 19600 | 28,0  | 0,815 | 0,946 |

\*

| L. p.                                  | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $k$   | $k_1$ |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|
| e) $t=12\text{ mm}, t'=8,5\text{ mm}.$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| 12                                     | 380                      | 850                         | 36300       | 15200       | 21100             | 25,1                           | 0,785 | 0,85  |
| 12/1                                   | 380                      | 850                         | 35800       | 15200       | 20600             | 24,6                           | 0,77  | 0,835 |
| 12/2                                   | 380                      | 850                         | 39000       | 15200       | 23800             | 28,4                           | 0,815 | 0,895 |



Ryc. 3.

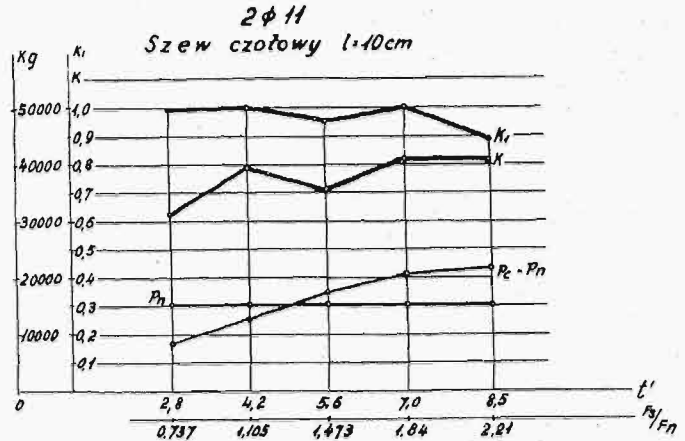
2.  $2\phi 14\text{ mm}, l=10\text{ cm}.$

|   |     |     |       |       |       |      |       |       |
|---|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| a) $t=4\text{ mm}, t'=2,8\text{ mm}.$   |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 13                                      | 616 | 280 | 28500 | 24600 | 3900  | 13,9 | 0,29  | 0,47  |
| 13/1                                    | 616 | 280 | 28500 | 24600 | 3900  | 13,9 | 0,29  | 0,47  |
| 13/2                                    | 616 | 280 | 30200 | 24600 | 5600  | 20,0 | 0,417 | 0,675 |
| b) $t=6\text{ mm}, t'=4,2\text{ mm}.$   |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 14                                      | 616 | 420 | 35400 | 24600 | 10800 | 25,7 | 0,685 | 0,87  |
| 14/1                                    | 616 | 420 | 34800 | 24600 | 10200 | 24,3 | 0,648 | 0,82  |
| 14/2                                    | 616 | 320 | 34800 | 24600 | 10200 | 24,3 | 0,648 | 0,82  |
| c) $t=8\text{ mm}, t'=5,6\text{ mm}.$   |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 15                                      | 616 | 560 | 37500 | 24600 | 12900 | 23,0 | 0,535 | 0,778 |
| 15/1                                    | 616 | 560 | 36800 | 24600 | 12200 | 21,8 | 0,506 | 0,736 |
| 15/2                                    | 616 | 560 | 38500 | 24600 | 13900 | 24,8 | 0,575 | 0,840 |
| d) $t=10\text{ mm}, t'=7,00\text{ mm}.$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 16                                      | 616 | 700 | 43400 | 24600 | 18800 | 26,9 | 0,784 | 0,91  |
| 16/1                                    | 616 | 700 | 39400 | 24600 | 14800 | 21,2 | 0,617 | 0,716 |
| 16/2                                    | 616 | 700 | 45500 | 24600 | 20900 | 29,8 | 0,866 | 1,005 |

3.  $2\phi 17\text{ mm}, l=8\text{ cm}.$

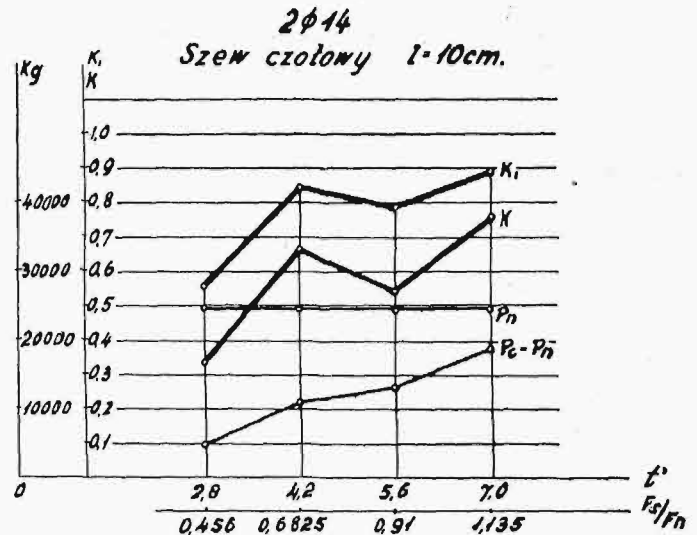
|   |     |     |       |       |      |       |        |        |
|---|-----|-----|-------|-------|------|-------|--------|--------|
| a) $t=4\text{ mm}, t'=2,8\text{ mm}.$   |     |     |       |       |      |       |        |        |
| 17                                      | 908 | 224 | 36000 | 36300 |      |       |        |        |
| 17/1                                    | 908 | 224 | 36300 | 36300 |      |       |        |        |
| 17/2                                    | 908 | 224 | 36700 | 36300 | 400  | 1,78  | 0,0307 | 0,0600 |
| b) $t=6\text{ mm}, t'=4,2\text{ mm}.$   |     |     |       |       |      |       |        |        |
| 18                                      | 908 | 336 | 36900 | 36300 | 600  | 1,780 | 0,0475 | 0,0600 |
| 18/1                                    | 908 | 336 | 34400 | 36300 |      |       |        |        |
| 18/2                                    | 908 | 336 | 34900 | 36300 |      |       |        |        |
| c) $t=8\text{ mm}, t'=5,6\text{ mm}.$   |     |     |       |       |      |       |        |        |
| 19                                      | 908 | 448 | 37000 | 36300 | 700  | 1,56  | 0,0363 | 0,053  |
| 19/1                                    | 908 | 448 | 40500 | 36300 | 4200 | 9,4   | 0,218  | 0,317  |
| d) $t=10\text{ mm}, t'=7,00\text{ mm}.$ |     |     |       |       |      |       |        |        |
| 20                                      | 908 | 560 | 39400 | 36300 | 3100 | 5,54  | 0,162  | 0,188  |
| 20/1                                    | 908 | 560 | 39700 | 36300 | 3400 | 6,08  | 0,178  | 0,205  |
| 20/2 A                                  | 908 | 560 | 41300 | 36300 | 5000 | 8,93  | 0,208  | 0,302  |

| L. p.                                  | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $k$   | $k_1$ |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|
| e) $t=12\text{ mm}, t'=8,5\text{ mm}.$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| 21                                     | 908                      | 680                         | 48400       | 36300       | 12100             | 18,0                           | 0,565 | 0,608 |
| 21/1                                   | 908                      | 680                         | 44500       | 36300       | 8200              | 12,25                          | 0,384 | 0,412 |
| 21/2 A                                 | 908                      | 680                         | 52000       | 36300       | 15700             | 23,3                           | 0,73  | 0,79  |



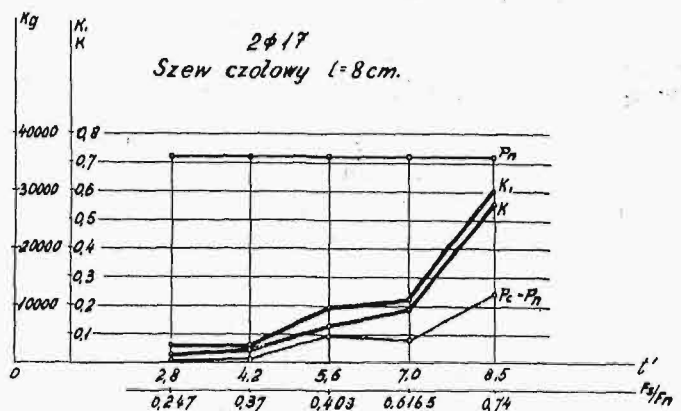
Rys. 4.

Powyższe wyniki ujęto w wykresy, przedstawione na rys. 4, 5 i 6. Wykresy te podają zależność pomiędzy



Rys. 5.

wartością współczynnika  $k$ , wzgl.  $k_1$  a stosunkiem przekroju szwu do przekroju nitów,  $k = f\left(\frac{F_c}{F_n}\right)$  przy stałej długości



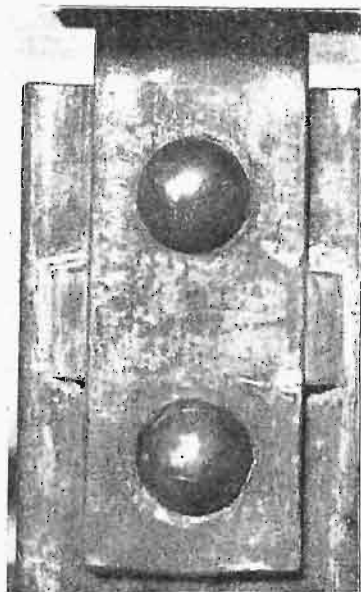
Rys. 6.

i zmiennej grubości szwu. Z wykresu dla danej powierzchni nitów można odczytać wprost wartość współczynnika  $k$  w za-

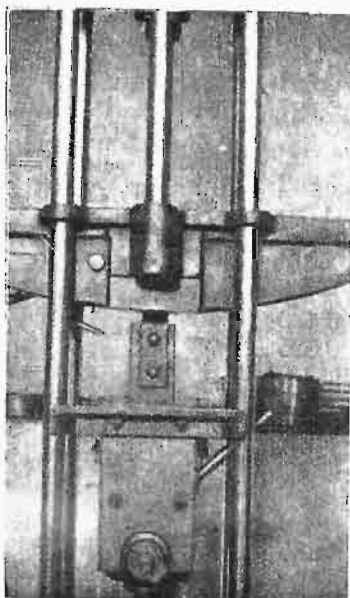
leżności od powierzchni spawki. Ujęcie powyższych wielkości we wzory podane jest przy końcu. Ponadto widać na wykresie wartość obciążenia przenieszonego przez połączenie nitowane ( $P_n$ ), oraz wartość obciążenia przenieszonego przez połączenie spawane ( $P_c - P_n$ ).

### 3a. Wytrzymałość połączeń nitowanych, wzmocnionych szwami bocznymi.

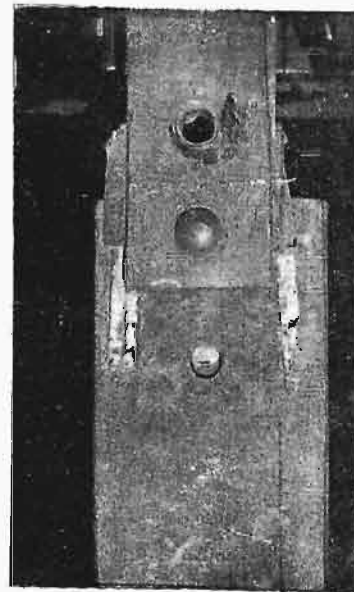
Ryc. 7 wskazuje wygląd próbki nitowanej (2 nity  $\phi 14 \text{ mm}$ ) wzmocnionej 4-ma szwami bocznymi. Ryc. 8 wskazuje tę próbkę założoną na maszynie do badania wytrzymałości, zaś ryc. 9 wskazuje wygląd próbki po zerwaniu.



Ryc. 7.



Ryc. 8.



Ryc. 9.

| L. p.   | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $k$   | $k_1$ |
|---|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|
| 3. $t = 8 \text{ mm}$ , $t' = 5,6 \text{ mm}$ . |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| $l = 8 \text{ cm}$                              |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| 46  | 380                      | 448                         | 30200       | 15200       | 15000             | 33,5                           | 0,765 | 1,130 |
| 46/1  | 380                      | 448                         | 29400       | 15200       | 14200             | 31,7                           | 0,725 | 1,070 |
| $l = 12 \text{ cm}$                             |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| 47  | 380                      | 672                         | 34800       | 15200       | 19600             | 29,2                           | 0,935 | 0,987 |
| 47/1  | 380                      | 672                         | 40400       | 15200       | 25200             | 37,5                           | 1,200 | 1,265 |
| $l = 16 \text{ cm}$                             |                          |                             |             |             |                   |                                |       |       |
| 48  | 380                      | 806                         | 41500       | 15200       | 32300             | 36,0                           | 1,005 | 1,215 |

1.  $2 \phi 11$  (2 nity o  $\phi 11 \text{ mm}$ ).  
1.  $t = 4 \text{ mm}$ ,  $t' = 2,8 \text{ mm}$ .

| L. p. | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $k$ | $k_1$ |
|-------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-----|-------|
|-------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-----|-------|

|                       |     |     |       |       |      |      |       |       |
|-----------------------|-----|-----|-------|-------|------|------|-------|-------|
| a) $l = 8 \text{ cm}$ |     |     |       |       |      |      |       |       |
| 38                    | 380 | 224 | 21800 | 15200 | 6600 | 29,4 | 0,700 | 0,993 |
| 38/1                  | 380 | 224 | 20000 | 15200 | 4800 | 21,4 | 0,510 | 0,734 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| b) $l = 12 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 39                     | 380 | 336 | 28200 | 15200 | 13000 | 38,7 | 0,725 | 1,305 |
| 39/1                   | 380 | 336 | 25800 | 15200 | 9600  | 28,6 | 0,535 | 0,965 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |      |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|------|
| c) $l = 16 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |      |
| 40                     | 380 | 448 | 29100 | 15200 | 13900 | 31,0 | 0,675 | 1,04 |
| 40/1                   | 380 | 448 | 31200 | 15200 | 16000 | 35,6 | 0,775 | 1,20 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| d) $l = 20 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 41                     | 380 | 560 | 32400 | 15200 | 17200 | 30,7 | 0,755 | 1,03  |
| 41/1                   | 380 | 560 | 30700 | 15200 | 15500 | 27,7 | 0,680 | 0,935 |

2.  $t = 6 \text{ mm}$ ,  $t' = 4,2 \text{ mm}$ .  
a)  $l = 8 \text{ cm}$

|      |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 42   | 380 | 336 | 26800 | 15200 | 11600 | 34,5 | 0,666 | 1,165 |
| 42/1 | 380 | 336 | 24700 | 15200 | 9500  | 29,1 | 0,562 | 0,985 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| b) $l = 17 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 43                     | 380 | 504 | 30600 | 15200 | 15400 | 30,6 | 0,740 | 1,032 |
| 43/1                   | 380 | 504 | 30000 | 15200 | 14800 | 29,4 | 0,705 | 0,993 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| c) $l = 16 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 44                     | 380 | 672 | 35700 | 15200 | 20500 | 30,5 | 0,855 | 1,030 |
| 44/1                   | 380 | 672 | 40300 | 15200 | 25100 | 37,3 | 1,045 | 1,260 |

|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| d) $l = 20 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 45                     | 380 | 850 | 46000 | 15200 | 30800 | 36,7 | 1,040 | 1,240 |
| 45/1                   | 380 | 850 | 42500 | 15200 | 27300 | 32,5 | 0,925 | 1,098 |

|                     |     |     |       |       |       |      |       |       |
|---------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 48/1                | 380 | 896 | 39000 | 15200 | 23800 | 26,5 | 0,740 | 0,896 |
| $l = 49 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |

|      |     |      |       |       |       |      |       |       |
|------|-----|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 49   | 380 | 1120 | 49100 | 15200 | 33900 | 30,2 | 0,865 | 1,020 |
| 49/1 | 380 | 1120 | 50800 | 15200 | 35600 | 31,8 | 0,914 | 1,072 |

4.  $t = 10 \text{ mm}$ ,  $t' = 7,0 \text{ mm}$ .  
 $l = 8 \text{ cm}$

|      |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 50   | 380 | 560 | 29000 | 15200 | 13800 | 24,6 | 0,705 | 0,834 |
| 50/1 | 380 | 560 | 30000 | 15200 | 14800 | 26,5 | 0,760 | 0,895 |

|                     |     |     |       |       |       |      |       |       |
|---------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| $l = 12 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 51                  | 380 | 850 | 44500 | 15200 | 29300 | 34,9 | 1,03  | 1,180 |
| 51/1                | 390 | 850 | 41000 | 15200 | 25900 | 30,7 | 0,906 | 1,035 |

|                     |     |      |       |       |       |      |      |      |
|---------------------|-----|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| $l = 16 \text{ cm}$ |     |      |       |       |       |      |      |      |
| 52                  | 380 | 1120 | 49000 | 15200 | 33800 | 30,2 | 0,94 | 1,02 |
| 52/1                | 380 | 1120 | 49400 | 15200 | 33800 | 30,2 | 0,94 | 1,02 |

|                     |     |      |       |       |       |      |      |       |
|---------------------|-----|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| $l = 20 \text{ cm}$ |     |      |       |       |       |      |      |       |
| 53                  | 380 | 1400 | 55000 | 15200 | 39800 | 28,5 | 0,90 | 0,965 |

2.  $2 \phi 14$  (2 nity o  $\phi 14 \text{ mm}$ ).  
1.  $t = 4 \text{ mm}$ ,  $t' = 2,8 \text{ mm}$   
a)  $l = 8 \text{ cm}$

|      |     |     |       |       |      |       |       |       |
|------|-----|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 54   | 616 | 224 | 28500 | 24600 | 3900 | 17,4  | 0,415 | 0,590 |
| 54/1 | 616 | 224 | 27100 | 24600 | 2500 | 11,25 | 0,268 | 0,380 |

|                        |     |     |       |       |      |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|------|------|-------|-------|
| b) $l = 12 \text{ cm}$ |     |     |       |       |      |      |       |       |
| 55                     | 616 | 336 | 32000 | 24600 | 7400 | 22,0 | 0,418 | 0,743 |
| 55/1                   | 616 | 336 | 29800 | 24600 | 5200 | 15,5 | 0,292 | 0,525 |

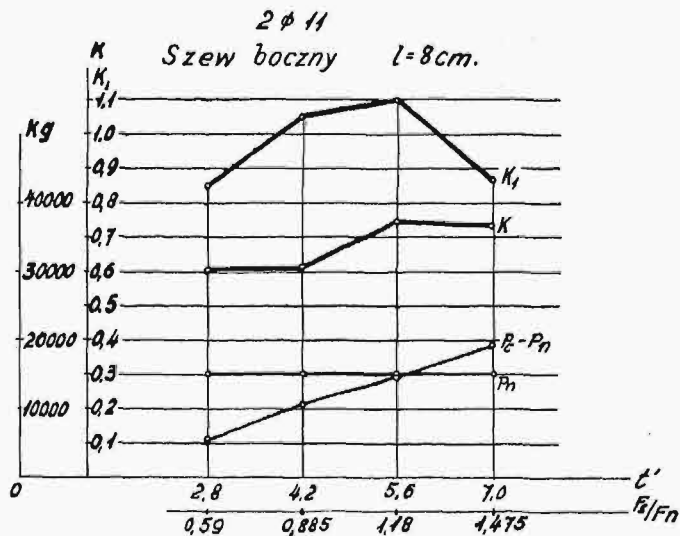
|                        |     |     |       |       |       |      |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| c) $l = 16 \text{ cm}$ |     |     |       |       |       |      |       |       |
| 56/1                   | 616 | 448 | 34000 | 24600 | 9400  | 21,0 | 0,458 | 0,710 |
| 56                     | 616 | 448 | 38200 | 24600 | 13600 | 30,3 | 0,660 | 1,022 |

| L. p.                                    | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $l_c$ | $l_c'$ |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|--------|
| d) $l = 20\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 57                                       | 616                      | 560                         | 42500       | 24600       | 17900             | 32,0                           | 0,795 | 1,080  |
| 57/1                                     | 616                      | 560                         | 41500       | 24600       | 16900             | 30,2                           | 0,750 | 1,02   |
| 2. $t = 6\text{ mm}, t' = 4,2\text{ mm}$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                     |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 58                                       | 616                      | 336                         | 32500       | 24600       | 7900              | 23,5                           | 0,455 | 0,795  |
| 58/1                                     | 616                      | 336                         | 31400       | 24600       | 6800              | 20,2                           | 0,390 | 0,682  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 59                                       | 616                      | 504                         | 37800       | 24600       | 13200             | 26,2                           | 0,630 | 0,885  |
| 59/1                                     | 616                      | 504                         | 37000       | 24600       | 12400             | 24,6                           | 0,592 | 0,832  |
| c) $l = 16\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 60                                       | 616                      | 672                         | 43500       | 24600       | 18900             | 28,1                           | 0,787 | 0,950  |
| 61/1                                     | 616                      | 672                         | 39600       | 24600       | 15000             | 22,4                           | 0,627 | 0,755  |
| d) $l = 20\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 61                                       | 616                      | 850                         | 48500       | 24600       | 23900             | 28,4                           | 0,808 | 0,960  |
| 61/1                                     | 616                      | 850                         | 48200       | 24600       | 23600             | 28,0                           | 0,795 | 0,950  |
| 3. $t = 8\text{ mm}, t' = 5,6\text{ mm}$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                     |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 62                                       | 616                      | 448                         | 36800       | 24600       | 12200             | 27,2                           | 0,620 | 0,920  |
| 62/1                                     | 616                      | 448                         | 35200       | 24600       | 10600             | 23,6                           | 0,525 | 0,800  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 63                                       | 616                      | 672                         | 41700       | 24600       | 17100             | 25,4                           | 0,812 | 0,860  |
| 63/1                                     | 616                      | 672                         | 46100       | 24600       | 21500             | 32,0                           | 1,00  | 1,080  |
| c) $l = 16\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 64                                       | 616                      | 896                         | 53000       | 24600       | 28400             | 31,7                           | 0,886 | 1,070  |
| 64/1                                     | 616                      | 896                         | 52000       | 24600       | 27400             | 30,6                           | 0,855 | 1,030  |
| d) $l = 20\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 65                                       | 616                      | 1120                        | 59000       | 24600       | 34400             | 30,7                           | 0,885 | 1,040  |
| 65/1                                     | 616                      | 1120                        | 58000       | 24600       | 33400             | 29,8                           | 0,855 | 1,010  |
| 4. $t = 10\text{ mm}, t' = 7\text{ mm}$  |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                     |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 66                                       | 616                      | 560                         | 34000       | 24600       | 9400              | 16,8                           | 0,480 | 0,570  |
| 66/1                                     | 616                      | 560                         | 39600       | 24600       | 15000             | 26,8                           | 0,762 | 0,905  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 67                                       | 616                      | 850                         | 47200       | 24600       | 22600             | 26,9                           | 0,795 | 0,910  |
| 67/1                                     | 616                      | 850                         | 50300       | 24600       | 25700             | 30,6                           | 0,905 | 1,03   |
| c) $l = 16\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 68                                       | 616                      | 1120                        | 55000       | 24600       | 30400             | 27,1                           | 0,850 | 0,915  |
| 68/1                                     | 616                      | 1120                        | 53000       | 24600       | 28400             | 25,4                           | 0,790 | 0,860  |
| d) $l = 20\text{ cm}$                    |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 69                                       | 616                      | 1400                        | 60000       | 24600       | 35900             | 25,6                           | 0,81  | 0,865  |
| 69/1                                     | 616                      | 1400                        | 60500       | 24600       | 36400             | 26,0                           | 0,84  | 0,880  |

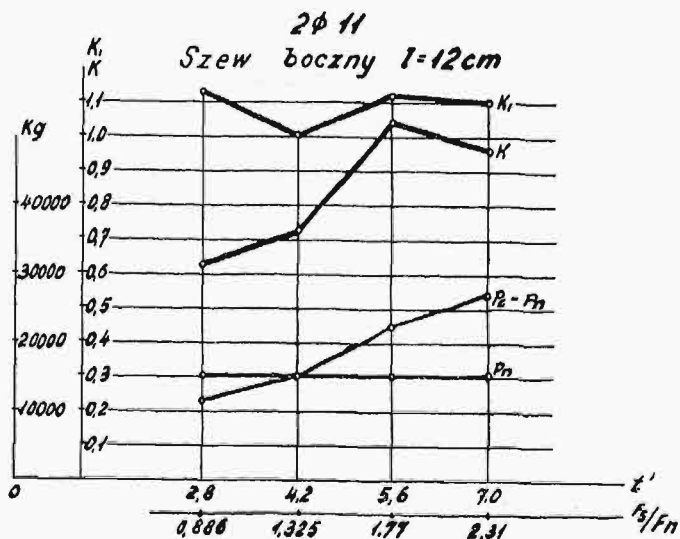
3. 2  $\phi$  17

| L. p.                                      | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $l_c$ | $l_c'$ |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|--------|
| 1. $t = 4,0\text{ mm}, t' = 2,8\text{ mm}$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                       |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 70   | 908                      | 224                         | 39700       | 36300       | 3400              | 15,2                           | 0,362 | 0,514  |
| 70/1                                       | 908                      | 224                         | 39200       | 36300       | 2900              | 12,95                          | 0,310 | 0,440  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 71   | 908                      | 336                         | 43000       | 36300       | 6700              | 19,9                           | 0,372 | 0,672  |
| 71/1                                       | 908                      | 336                         | 42500       | 36300       | 6200              | 18,4                           | 0,326 | 0,620  |
| c) $l = 16\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 72   | 908                      | 448                         | 45000       | 36300       | 8700              | 19,5                           | 0,425 | 0,66   |
| 72/1                                       | 908                      | 448                         | 43700       | 36300       | 7400              | 16,5                           | 0,359 | 0,558  |
| d) $l = 20\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 73   | 908                      | 560                         | 48200       | 36300       | 11900             | 21,3                           | 0,530 | 0,72   |
| 73/1                                       | 908                      | 560                         | 48600       | 36300       | 12300             | 22,0                           | 0,547 | 0,742  |

| L. p.                                      | $F_n$<br>mm <sup>2</sup> | $F_{sp}$<br>mm <sup>2</sup> | $P_c$<br>kg | $P_n$<br>kg | $P_c - P_n$<br>kg | $R_{sp}$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $l_c$ | $l_c'$ |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|--------|
| 2. $t = 6,0\text{ mm}, t' = 4,2\text{ mm}$ |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                       |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 74   | 908                      | 336                         | 41500       | 36300       | 5200              | 15,0                           | 0,299 | 0,308  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 75   | 908                      | 504                         | 46100       | 36300       | 9800              | 19,4                           | 0,48  | 0,655  |
| 75/1                                       | 908                      | 504                         | 46200       | 36300       | 9900              | 19,6                           | 0,485 | 0,662  |
| c) $l = 16\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 76   | 908                      | 672                         | 51000       | 36300       | 14700             | 21,9                           | 0,614 | 0,74   |
| 76/1                                       | 908                      | 672                         | 52000       | 36300       | 15700             | 23,4                           | 0,658 | 0,79   |
| d) $l = 20\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 77   | 908                      | 850                         | 60700       | 36300       | 24400             | 29,0                           | 0,720 | 0,98   |
| 77/1                                       | 908                      | 850                         | 61000       | 36300       | 24700             | 29,5                           | 0,734 | 0,995  |
| 3. $t = 8\text{ mm}, t' = 5,6\text{ mm}$   |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| a) $l = 8\text{ cm}$                       |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 78   | 908                      | 448                         | 43500       | 36300       | 7200              | 16                             | 0,366 | 0,54   |
| 78/1                                       | 908                      | 448                         | 44700       | 36300       | 8400              | 18,7                           | 0,427 | 0,632  |
| b) $l = 12\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 79   | 908                      | 672                         | 51200       | 36300       | 14900             | 22,2                           | 0,710 | 0,75   |
| 79/1                                       | 908                      | 672                         | 52000       | 36300       | 15700             | 23,4                           | 0,746 | 0,79   |
| c) $l = 16\text{ cm}$                      |                          |                             |             |             |                   |                                |       |        |
| 80   | 908                      | 896                         | 55400       | 36300       | 19100             | 21,3                           | 0,595 | 0,72   |
| 80/1                                       | 908                      | 896                         | 55000       | 36300       | 18700             | 20,9                           | 0,584 | 0,705  |



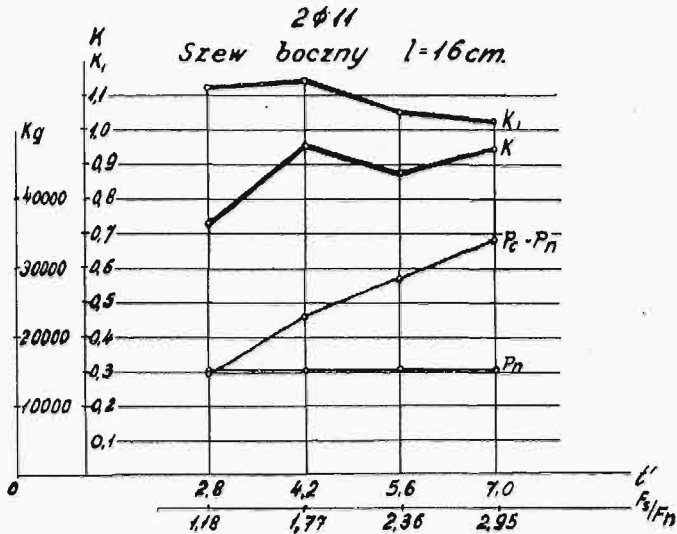
Rys. 10.



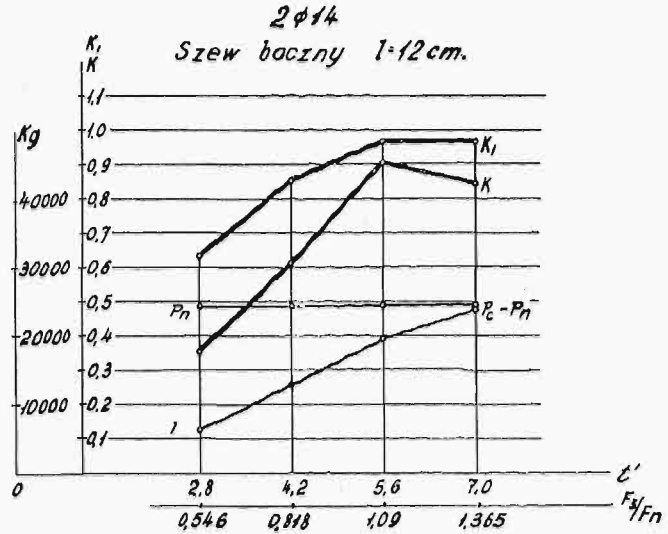
Rys. 11.

Analogicznie jak dla szwów czołowych, ujęto powyższe wyniki w wykresy, oddzielne dla każdej długości szwu, oraz dla wymiarów nitów.

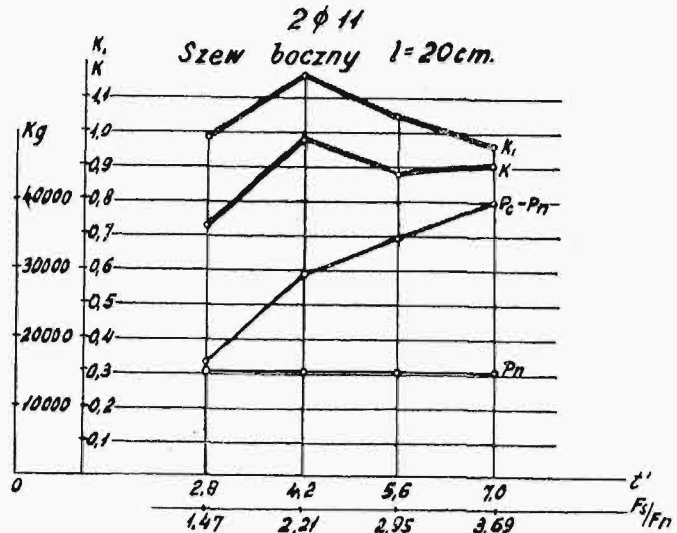
przekroju nita, t. j.  $k = f\left(\frac{F'_s}{F'_n}\right)$ , wzgl.  $k_1 = f'\left(\frac{F'_s}{F'_n}\right)$  dla nita  $2\phi 11$  mm przy długościach spawki  $l = 8, 12, 16$  i  $20$  cm



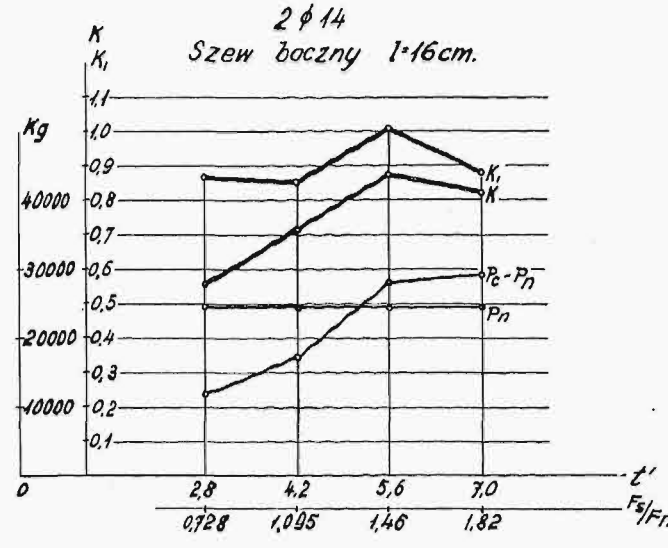
Rys. 12.



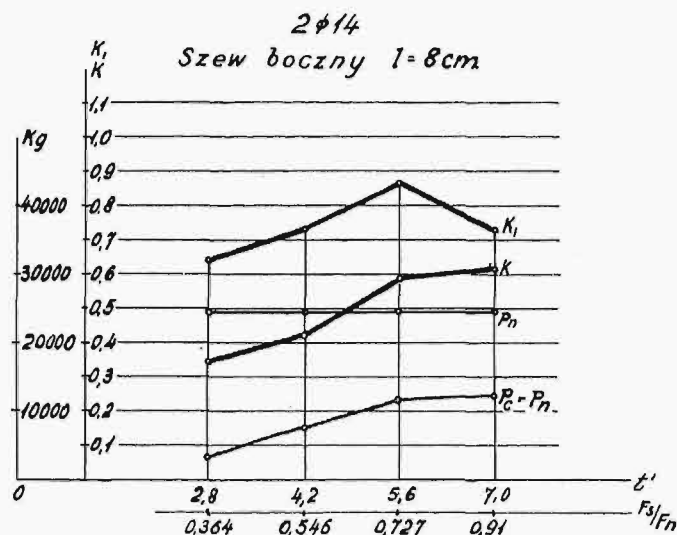
Rys. 15.



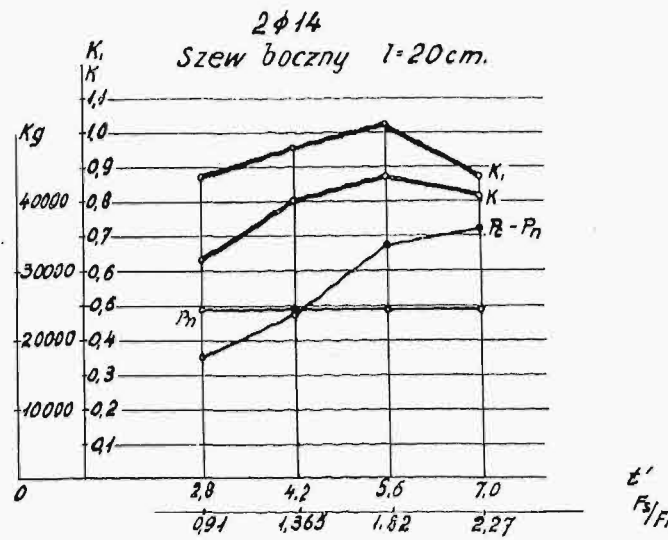
Rys. 13.



Rys. 16.



Rys. 14.

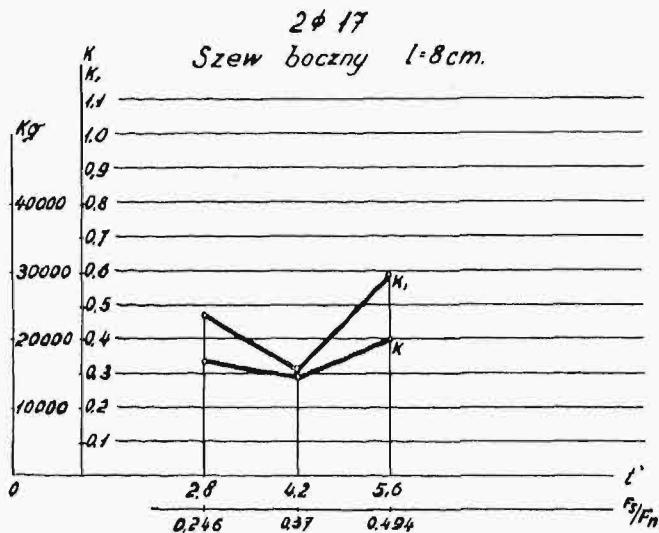


Rys. 17.

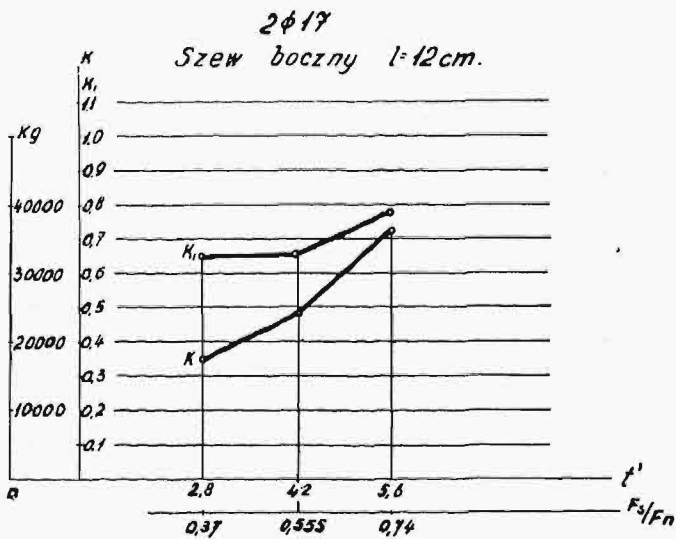
Wykresy 10, 11, 12, 13 podają zależność wartości współczynnika  $k$  wzgl.  $k_1$  od stosunku przekroju spawki do

i przy zmiennej minimalnej grubości szwu  $t' = 2,8, 4,2, 5,6, 7$  mm (t. j.  $t = 4, 6, 8, 10$  mm). Wykresy 14, 15, 16, 17,

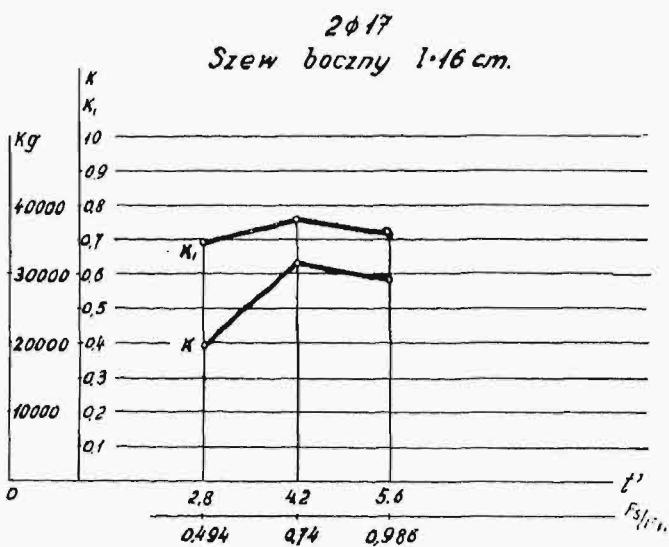
podają tę zależność dla nitów  $2\phi 14\text{ mm}$ , zaś wykresy 18, 19, 20, dla nitów  $2\phi 17\text{ mm}$ .



Rys. 18.



Rys. 19.



Rys. 20.

W ten sposób uzyskano wartości współczynnika  $k$  t. j. stopnia wzmocnienia danej konstrukcji nitowanej przy pomocy spawek różnego typu (t. j. różnych wymiarów)

przy różnych wielkościach spawki w stosunku do powierzchni nitów t. j. dla  $\frac{F_3}{F_n}$  od 0,246 do 3,69.

Na podstawie powyższych wykresów, łącznie rozpatrywanych, ułożono wzory określające wprost zależność pomiędzy stopniem wzmocnienia a wielkością spawki. Wzory te podano przy końcu.

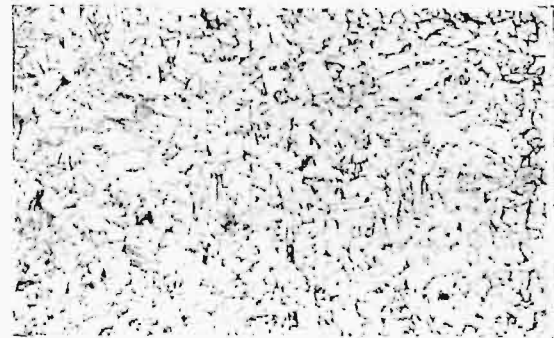
Ponadto przeprowadzono orientacyjne badanie metalograficzne makro- i mikroskopowe, oraz analizę chemiczną dla a) nitów, b) blachy, oraz c) samej spawki.

#### a) Materiał nitów.

Wybrano dowolne trzy próbki nitów  $\phi 11$ ,  $\phi 14$ ,  $\phi 17\text{ mm}$ . Analiza chemiczna dała rezultaty:

| L. p. | $\phi\text{ mm}$ | C %  | P %   | S %   | $M_n$ % | $S_i$ % |
|-------|------------------|------|-------|-------|---------|---------|
| 1     | $\phi 11$        | 0,12 | 0,049 | 0,060 | 0,38    | 0,02    |
| 2     | $\phi 14$        | 0,13 | 0,058 | 0,040 | 0,40    | 0,015   |
| 3     | $\phi 17$        | 0,07 | 0,049 | 0,053 | 0,44    | 0,01    |

Badanie makroskopowe wykazało zgrupowanie fosforu i siarki w ośrodku, badanie mikroskopowe przeciętne zanieczyszczenia niemetaliczne, oraz strukturę naogół drobnoziarnistą (ryc. 21).

Ryc. 21. 100  $\times$  braw. kw. azot. Przeciętna struktura mat. nitu.

#### b) Materiał blachy.

Analiza chemiczna (przeciętna z kilku analiz):  
 $C=0,12\%$ ,  $S=0,037\%$ ,  $P=0,046\%$ ,  $M_n=0,34\%$ ,  $S_i=0,012\%$   
 Przeciętne zanieczyszczenia niemetaliczne.  
 Struktura pasemkowa ryc. 22.

Ryc. 22. 100  $\times$  braw. kw. azot. Struktura pasemkowa mat. blachy.

c) Materiał spoiny wykazuje drobne pory. Struktura jak ryc. 23 i 24. Przejście z materiału blachy do spawki stopniowe.

Strukturę blachy w okolicy spawania wskazuje ryc. 25 gdzie uwidoczni się przegrzanie materiału.

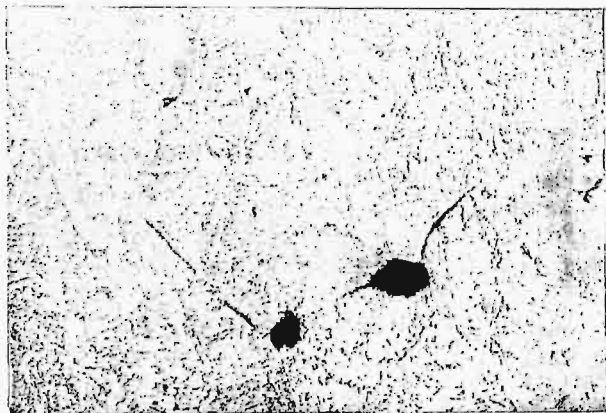
Ostateczne rezultaty badań są następujące:

a) dla szwów czołowych.

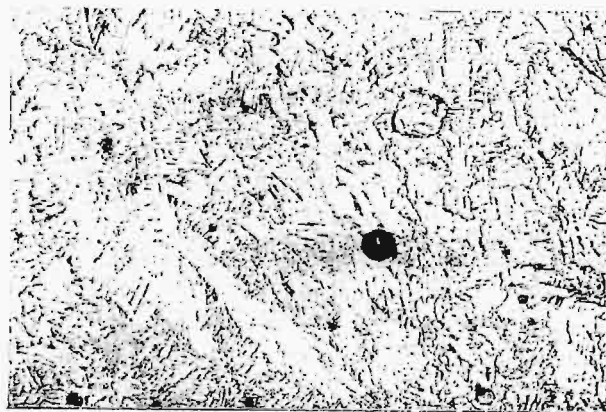
Jak to jest widoczne z przedstawionych wykresów,



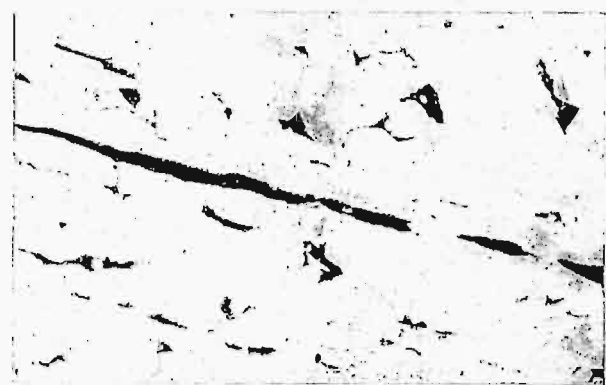
do wartości  $\frac{F_s}{F_n} = 0,70$  nie otrzymano wyraźnego wzmocnienia nitów przez spawkę; dla wartości  $\frac{F_s}{F_n} = 0,5$  otrzymano dla nitów  $\phi 14$   $k = 0,4$  dla  $\phi 17$   $k = 0,12$ . Natomiast dla wartości  $\frac{F_s}{F_n} = 0,7$  otrzymano dla  $2\phi 11$   $k = 0,5$ , dla  $2\phi 14$   $k = 0,6$ , dla  $2\phi 17$   $k = 0,5$ , oraz jeszcze znacznie wyższe wartości  $k_1$ .



Ryc. 23. 100 × traw. kw. azot. Struktura w m. spojenia; wid. pory.



Ryc. 24. 100 × traw. kw. azot. Struktura z miejsca spojenia.



Ryc. 25. 100 × traw. kw. azot. Struktura mat. przegrzanego; żużel.

Przyjmując  $\frac{F_s}{F_n} = 0,7$ ;  $k = 0,5$ ;  $\frac{F_s}{F_n} = 2,00$ ;  $k = 0,8$  otrzymamy po odpowiednich przekształceniach przy przyjęciu prostoliniowej zmienności współczynnika  $k$

$$k = 0,23 \frac{R_n}{R_{sp}} \cdot \frac{P_s}{P_n} + 0,34 \quad (1)$$

Dla  $R_n = 40 \text{ kg/mm}^2$  otrzymujemy

$$k = 0,23 \frac{40}{R_{sp}} \cdot \frac{P_s}{P_n} + 0,34 \quad (2)$$

Równanie to możemy napisać też w formie:

$$k = 0,23 \frac{F_s}{F_n} + 0,34 \quad (3)$$

W powyższych wzorach oznacza:

$R_n$  = wytrzymałość nitów na ścinanie, zwykle  $40 \text{ kg/mm}^2$ .

$R_{sp}$  = „ „ spawki.

$P_n$  = siła przenoszona przez nity.

$P_s$  = „ „ jaką może przenieść sama spawka.

b) dla szwów bocznych.

Analogicznie otrzymujemy przy przyjęciu zmienności współczynnika „ $k$ ” według paraboli:

$$k = 0,64 \cdot \sqrt{\frac{P_s}{P_n} \cdot \frac{R_n}{R_{sp}}} \quad (4)$$

czyli dla  $R_n = 40 \text{ kg/mm}^2$ .

$$k = 4 \sqrt{\frac{P_s}{P_n} \cdot \frac{1}{R_{sp}}} \quad (5)$$

względnie

$$k = 0,64 \sqrt{\frac{F_s}{F_n}} \quad (6)$$

z ważnością od  $\frac{F_s}{F_n} = 0,5$  do  $\frac{F_s}{F_n} = 2,5$ .

W powyższych wzorach można przyjmować dla stali zlewnej używanej na nity  $R_n = 40 \text{ kg/mm}^2$ , zaś  $R_{sp}$  należy przyjmować zależnie od wykonania spawki; wynosi ona zwykle  $20-40 \text{ kg/mm}^2$ , średnio  $30 \text{ kg/mm}^2$ . Przy wzmacnianiu mostów używać się będzie zazwyczaj dobrych spawaczy i wyborowych materiałów, tak, że wartości mogą być wysokie. Przed wykonaniem wzmocnienia należy oczywiście przeprowadzić próby z tymi samymi spawaczami i materiałami i w tych samych warunkach, jakie będą na budowie.

Przykłady obliczeń:

a) Szwy czołowe:

1. Łączna powierzchnia nitów, utwierdzenia elementu obliczonego na siłę  $P_n = 24,0$  ton, wynosi  $F_n = 30 \text{ cm}^2 = 3000 \text{ mm}^2$ . Należy połączenie to wzmocnić za pomocą szwów czołowych tak, aby przenieść mogło siłę  $P_c = 32,0$  ton przy zachowaniu tego samego współczynnika pewności.

Spawka ma przenieść  $32,0 - 24,0 = 8,0$  ton, czyli ponad 30% (jedną trzecią) siły przenoszonej przez nity. Należy ją zatem obliczyć na obciążenie  $P_s = \frac{8 \text{ ton}}{k}$ . Ponieważ dla szwu czołowego nie otrzymujemy wyraźnego wzmocnienia poniżej stosunku  $\frac{F_s}{F_n} = 0,7$ , przeto przyjmujemy  $\frac{F_s}{F_n} = 0,7$ , a tem samym przynależne  $k = 0,5$ , czyli:

$$P_s = \frac{8 \text{ ton}}{0,5} = 16 \text{ ton}$$

a stąd potrzebna powierzchnia spawki czołowej

$$F_s = \frac{16000}{\sigma_{sp}} = \frac{16000}{8} = 2000 \text{ mm}^2$$

przy przyjęciu naprężenia dopuszczalnego dla spawki  $\sigma_{sp} = 8 \text{ kg/mm}^2$ .

2.  $P_n = 24$  ton,  $P_c$  wynosić ma 48 ton, zatem połączenia należy wzmocnić o 100% przy pomocy szwów czołowych.

Z wzoru 3 otrzymujemy dla  $\frac{F_s}{F_n} = 1$   $k = 0,57$ , przyjmujemy okrągło  $k = 0,60$ . Wtedy:

$$P_s = \frac{P_c - P_n}{k} = \frac{48,0 - 24,0}{0,60} = \frac{24,0}{0,60} = 40 \text{ ton}$$

$$F_s = \frac{40000}{8} = 5000 \text{ mm}^2 = 50 \text{ cm}^2$$

Kontrolujemy przy pomocy wzoru 3.

$$\frac{F_s}{F_n} = \frac{5000}{3000} = 1,66$$

a stąd  $k=0,23 \cdot 1,66 + 0,34 = 0,71$ , czyli obrano powierzchnię nieco za dużą. Przerachujemy ją zatem dla  $k=0,65$ .

$$P_s = \frac{24}{0,65} = 37,0 \text{ ton} \quad F_s = \frac{37000}{8} = 4620 \text{ mm}^2$$

$$\frac{F_s}{F_n} = \frac{4620}{3000} = 1,54.$$

Sprawdzając  $k$  wedle równania 3 otrzymujemy  $k=0,69$  co jest dostatecznie zgodne z przyjęciem. Oczywiście można przez dalszą próbę uzyskać zupełną dokładność.

b) Szwy boczne:

Dana siła  $P_n=24,0$  ton; mamy uzyskać  $P_c=50,0$  ton.

Spawka ma przenieść ponad 100% (dokładnie 108%) siły  $P_n$ . Przyjmujemy  $k=0,8$ , a stąd:

$$P_s = \frac{P_c - P_n}{k} = \frac{26,0 \text{ t}}{0,8} = 32,5 \text{ ton}.$$

Sprawdzamy wedle wzoru 5:

$$k = 4 \sqrt{\frac{32,5 \cdot 1}{24 \cdot 30}} = \sqrt{0,72} = 0,85.$$

Zgodność taką można uważać za dostateczną; liczymy jednakowoż dalej; przyjmujemy mianowicie  $k=0,83$ , czyli

$$P_s = \frac{26,0}{0,83} = 31,4 \text{ ton}$$

i powtórnie wedle wzoru 5,  $k=0,835$  co już jest zgodnością najzupełniej wystarczającą.

Niech spawka ma wytrzymałość 400 kg/cmb, to sumaryczna długość szwów:

$$\Sigma a = \frac{31400}{400} = 80 \text{ cm}.$$

Może zajść potrzeba szwów kombinowanych, bocznych i czołowych. Wypadek ten nie ze wszystkim jest wyjaśniony, a doświadczenia odpowiednie są w toku. Zachodzi on jednakowoż przy potrzebnych dużych wartościach wzmocnień, a wtedy współczynnik  $k$  jest wogóle duży dla obu rodzajów szwów i wynosi co najmniej 0,8.

Dr. Czesław Thullie

Inż.-architekt.

## Kościół i klasztor warowne w dawnej Polsce.

(Wyjątek z pracy p. t.: „Cechy obronne zabytków polskiego budownictwa“).

(Ciąg dalszy).

### II.

U schyłku średniowiecza w epoce gotyckiej widoczne jest już pewne obniżenie stopnia obronności w niektórych zabytkach kościelnego budownictwa. Czy przypisać to należy już zupełnie ugruntowaniu się wiary i państwa, oraz bardziej unormowanym stosunkom wewnętrznym? Sądzymy, że nie, gdyż inaczej mówią same zabytki. Widzimy najpierw kościoły zamknięte bezpiecznie warownym pierścieniem murów i baszt miejskich; wewnątrz takiego miasta gotyckiego warowność, czy inkastellacja świątyni nie odpowiadała już celowi, co najwyżej wieże kościelne tu i ówdzie przyczyniały się do obrony całości miasta, lecz świątynia nie była narażona na bezpośredni atak. Gorzej już było, gdy świątynia wznosiła się bezpośrednio obok obwarowań miasta lub zamku; wtedy przybytek Boży włączał się z konieczności na czas oblężenia do akcji obronnej w mniejszym, lub znacniejszym stopniu. A na koniec uzyskiwał kościół pełny stopień warowności, gdy stał on odosobniony na zewnątrz miejskich fortyfikacji. Jeśli był on drewniany, wtedy palono go przed nadejściem nieprzyjaciela, gdy zaś miał ściany i wieże murowane, to wtedy, tak, jakby fort obronny, musiał sam stawić opór fali najeźdźców swym warownym założeniem. Jednak świątynie warowne tego typu przeważnie się nie dochowały, zniszczone prędzej lub później ogniem nieprzyjacielskich pocisków.

Trudno nam dać dziś dokładny obraz obronności świątyni gotyckiej, gdyż wieki już przeszły ponad murami średniowiecznych zabytków kościelnych, zacierając ślady tej warowności, która z czasem stała się nieaktualną i poprostu zbędną.

Zatem wnioski, wysnuwane na podstawie dochowanych resztek tych cech obronnych, oraz przy użyciu starych sztychów i rysunków muszą być z konieczności ostrożne i niezbyt daleko idące. Mimoto jednak możemy ustalić, że warowność świątyni była dość znaczna, a stopień jej zależał od położenia budynku; albo zatem warowność była pełna, wzorowana na fortyfikacjach zamkowych, lub też tylko częściowa, gdy polegała ona na współdziałaniu z obroną grodu, czy też miasta.

W pierwszym wypadku cmentarz i kościół otoczony był murem obronnym ze strzelnicami, basztami na naro-

żach i wieżową bramą; obrońcy domu Bożego, ukryci bezpiecznie za murami i w basztach razili oblężających wrogów ogniem broni palnej, która podówczas już weszła w użycie. Strzelano również na dalszą metę przez otwory samej świątyni i z jej wieżyc, które służyły przytem do obserwacji ruchów nieprzyjaciela.

Po zdobyciu pierwszej linii obronnych murów i cmentarza, stawała dalszy opór sama świątynia odpornością swych murów ceglanych; okna kościelne służyły zwykle za strzelnice, lecz częściej do tego celu wykorzystywano strychy, skąd skuteczniej, bo z góry, można było razić nieprzyjaciela. Wtedy ściany parapetowe strychu miały szeregi otworów strzelniczych z wnękami od środka; strzelnice te były raz kierowane wprost do dalekiego strzału, kiedyindziej zaś ukośnie raziły atakujących bezpośrednio mury świątyni. Czy były w użyciu i machikuły, na to nie mamy bezpośrednich dowodów. Niejednokrotnie strychy te umacniały się przez nasadzenie narożnych wieżyczek, które, niby baszty zamkowe, zaopatrzone były w strzelnice i służyły jako punkty obserwacyjne. Te strychy ze strzelnicami i wieżyczki narożne, były to jakby mury i baszty warowne, przeniesione z pierwszej linii obrony na wierzch kościelnego budynku. Lecz główną rolę w obronie brały na siebie, jak i dawniej, wieże, zwyczajnie podwójne, już samo ich zwieńczenie zdradzało ich obronne przeznaczenie. I tak hełmy wieżowe otrzymywały zazwyczaj narożne wieżyczki, upodabniając się przez to widokiem do baszt i wieżyc, które jeżyły się na murach miejskich, czy też zamkowych. Kiedyindziej ściana samej wieży przechodziła u góry w ośmiobok, otrzymując na ściętych narożach kwadratu okrągłe wieżyczki z oddzielnymi hełmami. Później zaś kryły wieże kościelne swe dachy poza ścianami attyk o zębatych blankowaniach i narożnych sterczynach. W tem miejscu zaznaczamy, że trudno zgodzić się ze zdaniem prof. Szyszki-Bohusza, który twierdzi, że nie istniał u nas wyrobiony typ obronnych świątyni, że nie było mowy o wyraźniejszych środkach obrony, o basztach, wykuszach, skomplikowanych otworach strzelniczych itp. Odwrotnie twierdzimy, że napewno wszystko to było, że budowle kościelne tworzyły wyraźny typ obronny i że stopień ich warowności wzorowanej dość ściśle na budownictwie zamkowym, zależny był od lokalnych warunków.

Głównie skupiały się cechy obronne w wieżach świątyni, o ścianach z piętrami strzelnic i gankiem straży u góry. Niejednokrotnie rozszerzone ostatnie piętro wieży z blankami u góry, posiadało nawet i t. zw. machikuły dla zrzucania pocisków na głowy atakującego wroga. Wieże kościelne miały czasem i obronne wykusze, albo też wykusz taki wysterczał ze ściany pomiędzy wieżami, od strony piętrowej empory. Kiedy indziej znów odłączały się wieże od właściwej świątyni, wznosząc się oddzielnie na rogu cmentarza; wtedy to stawały się one wprost basztami, które łączyły się w całość z obronnym wieńcem murów obwodowych. Wieże te, tak przystawione do świątyni, jak też wolno stojące, budowano niejednokrotnie z drzewa, prawdopodobnie dla prowizorycznej inkastellacji świątyni na czas niebezpieczeństwa. Wieże drewniane o ukośnie zwężonych ścianach i rozszerzonej w górze nasadzie wzorowały się w zupełności na basztach drewnianych zameczków i grodów. Zauważymy wszystkie te cechy obronne wielu gotyckich świątyni na przykładach, przy czym pouczyć nas mogą dość dokładnie dawne sztychy i wizerunki, których wiarygodność oceni badacz z łatwością przez porównanie z innymi widokami tych samych zabytków, lub też na podstawie dokładności rysunku, która zdradza ścisłą obserwację odtworzonej budowli.

I tak oglądamy gotycki kościół św. Michała na Skałce w Krakowie, przedstawiony na dwu różnych widokach z XVI. wieku. Była to warowna świątynia, wzniesiona na wzgórzu i otoczona pierścieniem murów z arkaturami i blankami, wzmocnionych ukośnami przyporami. Naprzeciw bramy wznosiła się na skalistym podłożu okrągła dobudówka, która miała być prastarą świątynką kolistą na Skałce według przypuszczeń historyków sztuki. Przytykała ona do absydy świątyni gotyckiej z wejściem bocznym od strony dziedzińca fortecznego. Najbardziej godna uwagi na wizerunkach jest frontowa wieżyca o sylwecie baszty obronnej, wysterczająca wysoko ponad dach kościoła; posiada ona górną, wieloboczną nasadę (prawdopodobnie drewnianą) szerszą od podstawy, zakończoną obronnymi blankami i szpiczastym dachem. Rozszerzenie makowicy wieżowej umożliwiło umieszczenie w podłodze otworów do zrzucania pocisków pionowo ku dołowi. W wysokości empory wieżowej prowadziło kryte przejście, tworzące połączenie wieży z budynkiem mieszkalnym, czy też z drugą obszerniejszą basztą, gdzie zapewne pomieszczona była załoga obronna. Było to może i potwierdzenie przypuszczenia Łuszczkiewicza o łączności empory wieżowej z mieszkaniem kasztelana zamkowego. (Rys. 7).

Wyższy jeszcze stopień obronności posiadał gotycki kościół św. Gertrudy w Krakowie z XV. w., gdyż znajdował się on na wale zewnętrznym, tak poza obrębem murów miejskich i narażony był w pierwszym rzędzie na atak sił oblegających. Miała zatem świątynia ta własne mury obronne z daszkami i strzelnicami, oraz również warowną bramę, prowadzącą na dziedzińiec kościelny. Lecz i samej świątyni broniły dwie wieże, z których jedna, drewniana, wzniesiona z pionowo ustawionych słupów na marmurowej podstawie posiadała u góry strzelnicę, oraz typowo rozszerzoną nasadę z ostrym, stożkowym dachem. Druga wieża w całości murowana i również w strzelnicę zaopatrzona miała górne piętro także rozszerzone, jak typowa baszta forteczna, zbrojna w dodatku blankami i machikułami. Nadto w ścianie czołowej kościoła wysterczał wieloboczny wykusz, który bronił zapewne dostępu do drzwi wejściowych. Gdyby jeszcze rysunek tej świątyni okazał i strzelnicę strychowe (których brak), wtedy stopień warowności odpowiadałby w zupełności otwartemu położeniu tej świątyni (Rys. 8).

Strzelnicę strychowe posiadał natomiast inny kościół gotycki, a mianowicie dawna świątynia św. Florjana na Kleparzu, zbudowana z cegły z początkiem XVI. w. a zniszczona i spalona przez Szwedów w oblężeniu

z r. 1655. Prostokątna budowa kościelna o wysmukłym szczyście zębatym, z tylnym prezbiterjum, była bez wieży. Że zaś, ze względu na niebezpieczne położenie poza obrębem murów Krakowa, musiała ona być przysposobiona do obrony, dlatego też otrzymała ona rząd strzelnic powyżej okien, w parapetach murów strychowych. Do wzmocnienia obronności przyczyniało się w pewnym stopniu sąsiedztwo drewnianej wieży (oznaczonej na miedziorycie van der Ryego z r. 1617 jako praetorium); wieża ta o ukośnie zwężających się ścianach, miała wieloboczną nasadę z sześcioma wieżyczkami dookoła smukłego hełmu, jakby warowna baszta strażnicza (Rys. 15).

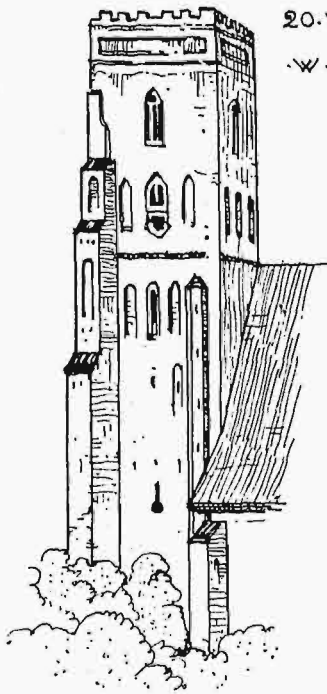
Katedra krakowska pod wezwaniem św. Stanisława jest potężną budowlą gotycką, wzniesioną na wzgórzu wawelskim i ujętą obronnym wieńcem podwójnych murów królewskiego zamku. Stan dzisiejszy świątyni nie okazuje cech obronnych, nie wiadomo jednak, jak było w czasach średniowiecza.

Bezspornie wieżycę katedralną mogły współdziałać przy obronie zamku, o czym najlepiej świadczy wygląd świątyni, uwieczniony z końcem XVI. wieku na współczesnym sztychu (Rys. 14). I tak wieża Zygmuntowska, która wyrastała bezpośrednio z wewnętrznych murów zamkowych o zębatych blankach, wyglądała zupełnie jak baszta murowa o kopulastym zwieńczeniu i czterech narożnych wieżyczkach. Taki sam hełm ze sterczynami narożnymi miała i frontowa wieża zegarowa. Wspomniany widok Wawelu wyjaśnia nam zarazem, skąd pochodziły te zwieńczenia kościelnych wieżyc, gdyż zaraz poniżej katedry widnieje w zewnętrznym pierścieniu obwarowań okrągła baszta ze stożkowym dachem i czterema wieżyczkami na narożach. Tu już zatem działał wpływ architektury obronnej bezpośrednio i wyraźnie przy ukształtowaniu wieżyc kościelnych. Druga wieża frontowa (od dziedzińca) miała zakończenie wieloboczne i szpiczasty, gotycki hełm, ujęty koroną ze strzelistych wieżyczek, wyrastających na narożach wieloboku wieży. Podobne zakończenie otrzymała i wyższa wieża kościoła P. Marji w Krakowie, tam jednak wieńiec baszt narożnych, tworzących koronę smukłego hełmu wieżowego składa się nie z czterech, lecz aż z ośmiu wieżyczek dachowych. Zwieńczenia takie wyszły co prawda z form architektury warownej, lecz tracąc swój cel obronny, stały się one z czasem tylko motywem czysto zdobniczym. Widzimy zatem na niższej wieży Marjackiej hełm już renesansowy, lecz również w towarzystwie czterech narożnych wieżyczek. Takie malownicze hełmy wież gotyckich zaniknęły przeważnie w późniejszych epokach renesansu i baroku, ustępując miejsca kopulastym nasadom, albo też, jak wspomnieliśmy, zatraciły swe cechy obronne, tworząc tylko zmartwiałe naśladownictwa dawnych form warownego budownictwa.

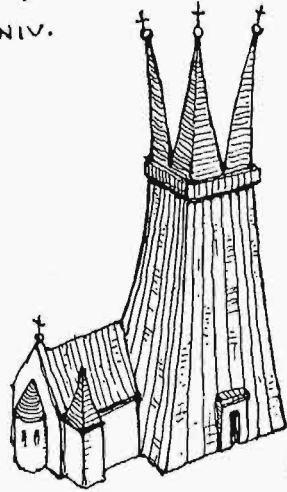
Dawne widoki miast polskich pouczają nas wyraźnie, że i gdzie indziej miały wieże kościelne hełmy podobnego typu. I tak gotyckie (dawniej) wieże katedry w Poznaniu posiadały 4 narożne wieżyczki, oraz korony na smukłych hełmach, podobnie jak w tamtejszym kościele św. Marji Magdaleny, gdzie wieżyczki te wyrastały na kształt narożnych bastjoników, już w górnej partji murów. Kościół farny św. Michała w Lublinie posiadał (według starego sztychu Brauna) strzelistą wieżę z rozszerzoną nasadą i wieńcem wieżyczek narożnych dookoła hełmu, które widoczne są również i na basztach miejskich obwarowań (Rys. 13). Wieża średniowiecznego kościoła w Bydgoszczy, wystrzelała również w górę 4 narożnymi wieżyczkami, odtworzonymi na rysunku z r. 1657 (situs oppidi Brombergae).

Te narożne sterzyny wież kościelnych były albo murowane, wyrastając w kształcie bastjoników ze ścian ostatniego piętra, albo też łączyły się one tylko z hełmem w ciesielskiej robocie. Taki zatem hełm z narożnymi iglicami zdobił wieżę kościoła gotyckiego w Chełmie

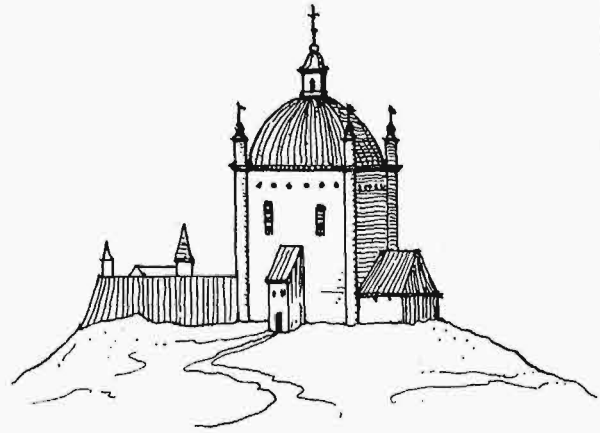
4.



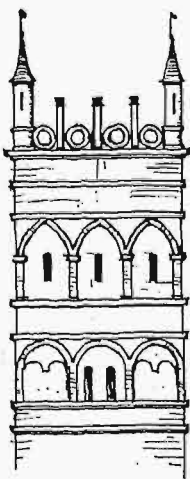
20. WIEŻA KOJĆ  
W. GOSTYNIV.



21. KOJĆ ORM. W. ZAMOŚCIV.



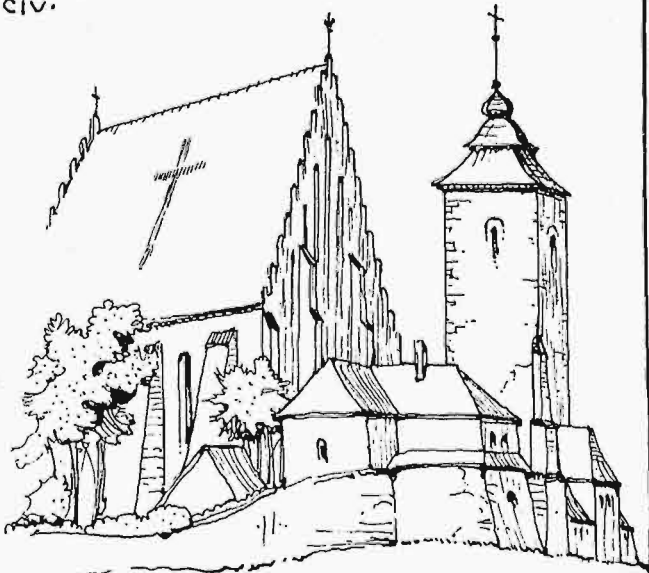
22. KOJĆ OBRONNY W. PIŃCZOWIE.



23. WIEŻA KOJĆ  
W. JRODZIE.



24. WIEŻA KOJĆ  
W. KOMOROWICACH.

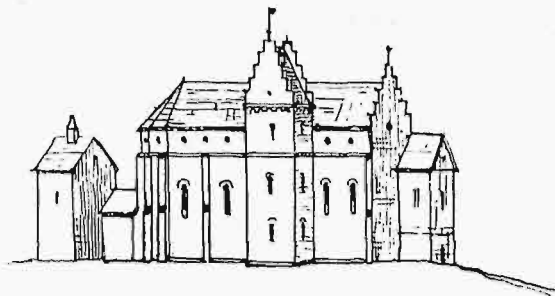


27. KOJŚCIÓŁ W. OLKUSZU W. R. 1822.

25. WARSZAWA KOJŚC BERNARDYNÓW.



26. KOJŚC PANNY MARYI NA PRZEDM.



(widok z XVII w.), dalej stary kościół zamkowy w Cieszynie śląskim, oraz dawną wieżycę gnieźnieńskiej katedry, gdzie wieniec tworzył aż ośm wieżyczek, nasadzonych na kopulastym dachu. Typ pierwszy, wynikający bezpośrednio ze struktury baszt warownych zachowała wieża kościoła w Głubiu nad Drwęcą, oraz dwa kościoły w Kamieńcu podolskim według widoku z XVII w. Jedną z tych świątyń dochowała po dziś dzień wieżę z okrągłymi basztami na narożach murów (rys. 16); także baszty narożne wyrastają na wysokości górnego piętra starodawnej dzwonnicy katedry ormiańskiej we Lwowie, której warowny wygląd powiększa oddzielenie wieży od ścian świątyni (Rys. 18). Znowu narożne sterczyny na wysokości dachu posiadała dawniej wieża katedry lwowskiej, której sylweta była zupełnie podobna do sąsiedniej bramy halickiej ze strzelistą wieżą (widok z r. 1617) (rys. 17). Tegoż typu było i zakończenie wieży kościelnej na Stradomiu krakowskim.

Z nielicznych już dzisiaj zabytków dochował kościół w Skwierzynie poznańskim wieżę z blankowaniem, 4 narożnymi basztami i murowanym hełmem. Również przepiękny przykład schyłkowego gotyku kościelnego Św. Anna we Wilnie pyszni się kształtnymi wieżami ze sterczynami (murowanymi) na narożach. Podane powyżej przykłady pouczają nas chyba dostatecznie, jak znaczny wpływ wywarły formy budownictwa obronnego, na ukształtowanie wieżyc kościelnych gotyckiego średniowiecza.

Nigdzie jednak warowność kościelnej baszty wieżowej nie okazała się tak wybitnie, jak na wieży katedry w Tarnowie według dawnego wyglądu (rysunek Vogla). Reszty fortyfikacji tarnowskich z ukośnami szkarpmi, wykuszami i arkaturami murów czołowych, przerobione na zabudowania mieszkalne zdradzają na wspomnianym widoku bezpośrednio sąsiedztwo katedralnej świątyni z obwarowaniem miasta. To też zasłania się katedra od strony murów potężną basztą wieżową; czworoboczne jej ściany przechodzą a góry w nasadę o warownych machikułach, których arkatury wspierają się na wystających konsolach. Nawet sam hełm dachowy otrzymał z 4 stron wykuszowe nasady, przez co wieża kościelna upodobniła się tembardziej do zamkowej baszty (Rys. 12).

Przejdziemy jeszcze w krótkości inne zabytki kościelnego gotyku, które dochowały cechy obronne, przyczem cechy te mogły wynikać z bezpośredniej warowności świątyni, bądź też ujawniły się tylko skutkiem naśladownictwa wojennej architektury.

Tak zatem gotycki kościół w Środzie pozn. posiada dziś jeszcze okazałą wieżę attykową, której malownicze sterczyny wystrzelają na narożach, jako cztery wieżyczki, niczem baszty na węglach zamkowych murów (Rys. 23). Gdzie świątynia ceglana nie miała wieży murowanej, wykonywano ją z drzewa, nadając jej formy, przypominające obronne baszty; tak np. kościół gotycki w Beszowej posiada taką drewnianą dzwonnice na narożu cmentarnem, której nasada rozszerzona sięga swym zarysem zamierzonych jeszcze czasów.

Kościół pp. Wizytek w Lublinie został wzniesiony z początkiem XV. stulecia poza obrębem miejskich obwarowań. Stąd też niejednokrotnie kościół i klasztor musiał stawić opór napadom i dlatego też otrzymał z konieczności odrębne umocnienia z wysokiego muru ceglanoego z kamiennymi otworami strzelnic. Rysunek Brauna z r. 1618 odtwarza nawet i basztę obronną, wyrastającą z tych murów. Zapewne i ciężka wieżyc kościelna (z szeregiem otworów strychowych) brała bezpośredni udział w obronie świątyni, o której wspominają klasztorne kroniki. Wobec braku szczegółowych danych nie możemy opisać dokładnie typu inkastellowanej świątyni gotyckiej; historycy przypuszczają, że inkastellacja taka

polegała głównie na prowizorycznym wznoszeniu drewnianych baszt i ganków obronnych, na częściowem zamurowaniu okien i oszańcowaniu świątyni. (Szyszko-Bohusz: Beszowa-Skalmierz). Jednakowoż podane przez nas przykłady pouczają nas, że warowność świątyni związana była bezpośrednio z jądrem samej budowy. Zapewne na wzór budowli krzyżackich używano strychów dachowych do umieszczenia załogi, która razila wroga przez otwory strzelnic; nadto umieszczano w dachach i szczytach wieżyczki, które współdziałały w obronie, jako punkty obserwacyjne, dalej jako strzelnice, a nakoniec służyły do komunikacji strychów z nawą kościelną. Takie zatem wieżyczki i baszty, wyrastające na wysokości kościelnych dachów są bezpośrednio, lub też pośrednio dokumentem dawnej obronności świątyni.

Przykładem tego typu warownych świątyni jest kościół Bernardynów we Wilnie (p. Szyszko-Bohusz: „Warowne zabytki architektury kościelnej w Polsce i Litwie“). Jak zazwyczaj, świątynia obronna była z tego powodu, że znalazła się ona w bliskości zamkowego wzgórza i miała za zadanie współdziałać z zamkiem przy obronie miasta. W tym też celu otrzymał ten kościół halowy (z XV. w.) podwyższone ściany poddasza z rzędami otworów i wnęków do strzału w dal. Dwie wieżyczki frontowe i wieloboczna wieża tylna służyły dla łączności obrońców z wnętrzem świątyni, ponadto baszta tylna zaopatrzona była w zwyczajne strzelnice w kształcie szpar pionowych, które umożliwiały ogień flankowy wzdłuż ściany bocznej. Szyszko-Bohusz przypisuje te cechy obronności naśladownictwu krzyżackich kościołów warownych (Królewiec, Kwidzyń); my zaś dodamy, że i katedra we Frauenburgu posiada tegoż typu 4 wieloboczne wieżyczki o smukłych hełmach i ze strzelnicami, wystające na narożach kościelnego strychu. Również kościół Panny Marji w Gdańsku wieńczą blankowane mury strychowe z wieżyczkami o iglastych hełmach; w tych parapetach strychowych umieszczone są (według Sokolowskiego) szeregi strzelnic.

Jeszcze ciekawszem się okaże, że katedra wileńska (w swej dawnej, gotyckiej jeszcze szacie) posiadała również cztery strzeliste wieżyczki na narożach strychowych, oraz dwie na osi szczytów, które równie dobrze mogły służyć do obserwacji i obrony, jak też mogły być tylko ślepem naśladownictwem warownej architektury. Tak np. kościół P. Marji w Toruniu ma również bantowe sterczyny na narożach obok frontowego szczytu, lecz napewne są one tylko oddźwiękiem warownych umocnień, lecz bez specjalnego przeznaczenia.

Kiedyindziej znowu skupiano głównie obronę na sposób romański we warownej wieży, której mury, zaopatrzone w otwory strzelnic, mieściły na wysokości kilku piąter załogę obronną, a nadto służyły za wartownię. Przykładem jest gotycki kościółek w Stróżyskach z wieżą u czoła, której strzelnicze otwory zdradzają jej obronne przeznaczenie. Drugi z rzędu kościół w Drzewicy z połowy XV. w. położony w bezpośrednim sąsiedztwie obronnego zameczku, posiada szkarpowaną basztę półokrągłą; jej piętro górne, nieco rozszerzone posiada poniżej otwory, pozostałe po belkach ganku strażnicy. Nie ulega wątpliwości, że wieża ta była strażnicą dla poblizkiego zameczku, względnie obronnego dworu. Również tego typu jest piękny kościół ceglanoego gotyku w Gostyniu, którego potężna wieża frontowa zwraca uwagę przede wszystkim poziomem zakończeniem attyki, o zębatach blankach fortecznej architektury. Dawny drzeworyt z wizerunkiem tej świątyni uwidocznia wyraźnie potężny otwór armatniej strzelnicy we wieży, na wysokości kościelnego okapu; dowód to oczywisty, że wieża ta była obronną basztą fortecznego typu. (Rys. 20).

Późnogotycki kościół w Buszcu (województwo tarnopolskie) z XVI. w. nie poprzestaje na frontowej baszcie, lecz i sam zmienia się prosto na warownię kresową. Wi-

dzimy tam zatem grube ściany, wzmocnione nadto pochylnością szkarpowań i pilastrów; mur nawy krzyżowej rozszerza się ukośnie ku dołowi na wzór budowli fortecznych, a otwory strzelnic widnieją i na wieży frontowej i pod dachem nawy krzyżowej. Jeśli dodamy, że świątynia miała schron dla zbiegłej ludności i że otaczają go mury kamienne ze sklepieniami kazamatami, to otrzymamy dokładny obraz warowności dawnej świątyni kresowej, niepokojonej ustawicznymi napadami nieprzyjaciół. Podobny jest drugi kościół kresowy w Janowie koło Trembowli z prostokątną nawą i wieżą basztową od czoła, okolony murem obronnym i usytuowany w pobliżu starożytnego zamczyska. Również jednonawowy kościół obronny w Dunajowie (woj. tarnopol.) zachował otwory strzelnic w ciężkiej wieży frontowej, natomiast strzelnice w parapetach murów strychowych zostały z czasem zamurowane. Nadto dostęp do świątyni zabezpieczony był czworobokiem murów cmentarnych.

Kościół parafjalny w Brzeżanach z XV. wieku wzniesiony na wzgórzu, był również świątynią, obroną murami z szeregiem strzelnic, oraz basztą wieżową, wzniesioną obok kościoła. Mówiliśmy już o tem powyżej, że oddzielnie ustawiona wieża kościelna była niejednokrotnie basztą, włączoną w wieniec murów cmentarnych, a po ich rozburzeniu pozostawała taka wieża, jako budowa wolnostojąca. Wspomnieliśmy dalej, że mogła tu działać i tradycja drewnianego budownictwa, gdyż drewnianą dzwonicę basztową ustawiono zazwyczaj na narożu cmentarnego ogrodzenia. Kiedyindziej sąsiedztwo kościoła z obwarowaniami miasta zmuszało świątynię do współdziałania w obronie. Ta częściowa obronność polegała przede wszystkim na tem, że dzwonnica, czy też wieża kościelna oddzielała się od nawy i uzupełniała fortyfikacje miejskie, albo też odwrotnie baszta murowa służyła również i za wieżę, czy też dzwonicę kościelną. Takich przykładów dochowało się w Polsce dość dużo do naszych czasów.

Wymienimy obecnie te z nich, które pochodzą jeszcze z epoki gotyckiej. Tak zatem kościół w Felsztynie (Małop.) gotyk ceglany z pocz. XVI. w. posiadał (zniszczoną w czasie wojny) basztę wolno stojącą, która uprzednio była bramą wieżową, prowadzącą na otoczony murem cmentarz kościelny. (Rys. 8 *Czasop. Techn.* 1927). Według rysunku piórkowego Kilisińskiego posiadała zatem wieża u dołu sklepioną sień przejazdową, która została zamurowana; również zniszczono z początkiem XIX. w. nasadę atykovą wieży z zębami blankami. (Szydłowski, „Ruiny Polski“). Obok fary gotyckiej w Bieczu wznosi się basztowa dzwonnica, która dawniej przytykała do murów miasta, tak, że droga straży miejskiej łączyła się z gankiem wieżowym; ganek ten kryty był daszkiem wspartym na konsolkach kamiennych, do dziś jeszcze dochowanych. Duże otwory ostrołuczne w trzeciej kondygnacji wieży (clairvoyes) przepuszczały w dal głosy dzwonnów, lecz umieszczone poniżej otwory strzelnic (po dwie z każdej strony) przypominają dziś jeszcze o podwójnym przeznaczeniu baszty w Bieczu.

Dalej widzimy na starym rysunku gotyckiej fary w Szydłowie u wysoki mur cmentarny, ujęty ukośniami przyporami, który broni dojścia do świątyni; dojście to na podwyższony poziom cmentarza mieści się u dołu potężnej baszty kościelnej, która wyrasta na narożu murów cmentarnych. Tu już jest zupełnie widoczne znaczenie wolnostojących wież kościelnych. Dalej stary kościół w Szydłowie posiada wieloboczną dzwonicę, która, podobnie, jak w Bieczu, łączy się wprost z drogą straży murów miejskich. Również i wiekowa dzwonnica kościoła farnego w Olkuszu (według rys. z r. 1822) była dawniej bramą wieżową umieszczoną w pierścieniu murów miasta. Dziś wieża ta już nie istnieje, ale i sam kościół ceglany dziwnie jakoś wygląda od strony dawnych obwarowań, bo i okien tam prawie nie widać, a całą ścianę nawy

umacniają potężne przypory szkarpowe, jakby forteczne umocnienia (Rys. 27). Baszta wieżowa gotyckiego kościoła w Wilkowie poznańskim została słusznie nazwana przez Kohtego „eine Wartturm“ (Kunstdenkmäler d. Prov. Posen.), wygląda ona bowiem w zupełności nie na dzwonicę, lecz na obronną strażnicę, ujętą przekątnymi przyporami.

Specjalnie zasługują na wzmiankę gotyckie kościoły Warszawy. I tak kościoły Bernardynów, Augustynów i Panny Marji mają oddzielnie wzniesione wieże dzwonic i to nie bez powodu. Lecz zupełnie mylnie jest twierdzenie Lauterbacha (Warszawa), że wieże te wciągnięte były w system fortyfikacji miejskich i jako takim przypadała obrona kościoła, który przez to nie był narażony przy szturmie, lub zawaleniu się wieży (?!). Przedewszystkiem kościół Panny Marji wznosił się już poza murami, na przedmieściu Warszawy, zaś kościół Bernardynów napewno i sam współdziałał przy obronie miasta. Według starych sztychów, które w tym wypadku są nam bardzo pomocne, mury i palisady stolicy łączyły się w ten sposób z kościołem Bernardyńskim, nie tylko wieża świątyni była zarazem basztą warowną, ale i szkarpowana absyda samego kościoła wysuwała się na zewnątrz linii obronnej murów. (Rys. 25).

Wysuniętej absydy Bernardynów bronił trójkątny szańczyk, zwrócony wierzchołkiem w stronę Wisły; współdziałał on z wieżą, która łączyła się u dołu z murami miasta, u góry zaś zaopatrzona była w umieszczone pod dachem otwory strzelnic. Że świątynia i baszta były miejscem działań wojennych, świadczą na rysunku spalone ruiny sąsiadujących z Bernardynami domostw. Z innych kościołów, przedstawionych na widoku Warszawy z r. 1656 wyróżnia się świątynia Panny Marji na Nowym mieście, która posiadała nie tylko oddzielnie stojącą wieżę, ale nadto chronione nadbudową wejścia i wyraźnie (na dwu rysunkach) zaznaczone otwory strzelnic poniżej dachowych okapów; te parapety strzelnicze oddzielał gzyms kordonowy od ścian nawy kościelnej. (Rys. 26). W stanie dzisiejszym świątyni zaniknęły te szczegóły obronne w zupełności. Sąsiednie kościoły Dominikanów, św. Jerzego i Bennona nie posiadały (na wizerunkach) takich strzelnic, conajwyżej silna zwartość budowy i wieżowe ich baszty świadczyły o nieobronnym terenie przedmieścia.

Niezależnie od sposobu inkastellacji, czy zapomocą wieży obronnej, czy też strzelnic dachowych otrzymywała świątynia, jako pierwszą linię obrony mur ze strzelnicami i narożnymi basztami, naturalnie, gdy wznosiła się ona poza obrębem miejskich obwarowań, lub też na wsi — a wogóle w stronach bardziej narażonych na niebezpieczeństwo napadu. Obrona cmentarza kościelnego, na którym kupili się obrońcy miejsca świętego i zbiegła przed najazdem ludność, polegała na obsadzeniu wnek ze strzelnicami w murach i basztach przez żołnierzy, oraz na zamknięciu dostępu przez specjalnie umocnioną bramę. Nadto umieszczenie cmentarza kościelnego na wzgórzu, albo też sztuczne podwyższenie terenu, ułatwiło obronę, utrudniając równocześnie atakującym dostęp do fos i murów. Widzimy zatem, jak np. kościół średniowieczny w Ruszczy (krak.) zbudowany został na wyrównanym wzniesieniu o zarysie elipsy; w tejże linii przebiegało zapewne dawniej i ogrodzenie cmentarza. Nie można sobie naturalnie nawet wyobrazić, by pośrodku warownego cmentarza wznosiła się świątynia zupełnie nieobronna, jak to przypuszczali niektórzy badacze, gdyż mur cmentarny był tylko uzupełnieniem obronności samego kościoła, jego pierwszą linią warowną. Jeśli zatem gotycki kościół w Kleczkowie nie posiada dziś żadnych cech obronnych, mimo, że wznosi się na cmentarzu, obwarowanym murami i strzelnicami, to z tego nie wynika, żeby i dawniej tak było. Coprawda twierdzenie Sokołowskiego co do obniżenia strychów nad nawami bocznymi okazało się

mylne, nie wynika z tego jednak, że inkastellacja właściwej świątyni nie mogła być w ten, czy inny sposób dawniej przeprowadzona, a później zaniknęła doszczętnie, jak np. w kościele krakowskim św. Andrzeja. Warowny cmentarz Kleczkowa, (zdjęty i opisany przez Sokołowskiego i prof. Szyszkę-Bohusza), założony został wielobocznie, a mury jego wznosiły baszty w liczbie około pięciu. Jedną z nich była brama wieżową ze sklepioną sienią przejazdową, zamkniętą przez opadającą w dół brzoję; zapewne i zwodzony nad fosą most odcinał dostęp do cmentarnego wejścia. Na piętrze znajdowała się izdebka wartownika, zaś prowadzące do niej schodki służyły również do wyjścia na poziom chodnika straży murów. Mur okalający, znacznej grubości, posiada u dołu ukośnie rozmieszczone strzelnice z wnękami dla obrońców, że zaś powyżej były zębate blanki dwuokciowej wysokości, dlatego słuszne jest przypuszczenie o istnieniu platformy z górnym rzędem strzelnic pomiędzy blankami. Od zewnątrz wznosiły mur cmentarny ukośnie przypory, zaś sam poziom cmentarza jest nieco wzniesiony ponad otoczenie.

Warowność kościoła i klasztoru w Tyńcu powiększała niedostępność położenia na szczycie urwiska skalnego nad Wisłą; ponadto broniły dojścia średniowieczne mury i baszty, oraz późniejsze już obwarowania ze szkar-

pami i okrągłymi bastionami. Przy tak obronnym położeniu zmieniał się kościół i klasztor poprostu w niedostępne zamczysko. Lecz nie zawsze tworzyła sama przyroda tak idealne warunki obronności miejsca, częściej było inaczej, wtedy na miejscu otwartym tembardziej należało dbać o odpowiednie zamknięcie świątyni należytym umocnieniem. Z reguły, gdy świątynia znalazła się poza murami miasta, musiała sama dla siebie dbać o obronę przed napadem. I gdy np. gotycki kościół św. Wojciecha w Poznaniu stanął na wzgórku opodal miejskich obwarowań, to z konieczności otoczył się on murem obronnym o ukośnych przyporach z rzędem cmentarnych strzelnic. Widzimy na dwu starych rysunkach, że nawet na narożu murów wysterczała zniszczona częściowo baszta, a z boku prowadził przerzucony nad fosą mostek ze schodkami do prowizorycznej bramy z drzewa (wykonanej po rozwaleniu murów w tym miejscu). I fasada frontowa kościoła ma odmienny wygląd, niż zwyczajne świątynie, gdyż zamiast gotyckich okien widnieją tylko ślepe wnęki z nieznacznie otworami. Takie otwory umieszczone są w ślepych arkadach czołowego muru, służyły zatem pewnie za strzelnice. Ten stary widok poznańskiego kościółka jest może wiernym przykładem wyglądu ówczesnych świątyń podmiejskich. (Dok. nast.).

## Wiadomości z literatury technicznej.

### Miernictwo.

-- **Mikroskopy szacunkowe (nitkowe) przy małych teodolitach.** Wprowadzenie mikroskopów te ukazały się jeszcze na początku bieżącego stulecia, mimoto jednak jest szereg mierników, którzy niedoceniają wyższości ich nad nonjuszami jednodominowymi. Zalety te dadzą się streścić:

1. pole widzenia mikroskopu jest zawsze jednakowo oświetlone i można go też użyć w nocy przy sztucznym oświetleniu;
2. odczytywanie jest znacznie szybsze niż przy nonjuszach i nie potrzeba przesuwania lupy wzdłuż podziału, gdyż pole widzenia mikroskopu jest wystarczające;
3. przy odczytywaniu nie występuje paralaksa;
4. oko się mniej męczy niż przy lupie i nonjuszach, gdyż obraz w mikroskopie jest jaśniejszy i wyraźniejszy;
5. większa dokładność niż nonjusza.

I tak Fox uzyskał dla kąta mierzonych w obu położeniach lunety i przy użyciu mikroskopów szacunkowych średni błąd  $\pm 12''$ . A. Fennel zwiększył dokładność odczytu tych mikroskopów przez wbudowanie śruby mikrometrycznej. Można wtedy używać mikroskopu jako szacunkowego na 1' lub dla dokładniejszych pomiarów użyć śruby mikrometrycznej, przez co zwiększymy dokładność do dziesiątej minuty. (*Zeitschrift für Vermessungswesen*. 1931. Nr. 1).

-- 1921—1931. „Dziesięć lat austriackiego miernictwa“. Pod takim tytułem omawia E. Doležal w *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen* wyniki prac mierniczych z okazji dziesięciolecia utworzenia centralnego urzędu mierniczego. W roku 1921 złączone zostały urząd katastralny podległy min. skarbu, wojskowy Instytut geograficzny, oraz urząd miar i wag podległy min. handlu w jeden urząd pod nazwą „Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen“.

Najlepszą miarą pożytku takiego złączenia miernictwa jest wynik prac wykonanych w pierwszym dziesięcioleciu istnienia urzędu, pomimo ciężkiej sytuacji gospodarczej państwa austriackiego:

I. Prace astronomiczno-geodezyjne: obserwacje astronomiczne wzdłuż 48 równoleżnika, niwelacja astronomiczna wzdłuż południka Grossenhain-Pola, wyznaczenie długości astronom. punktów Hermannskogel i Obserwatorium uniwers., uzupełnienie sieci pomiaru stopni na granicy austr.-bawarskiej, zagęszczenie sieci niwelacji precyzyjnej.

II. Prace geodezyjno-fizyczne: pomiary siły ciężkości, oraz pomiary magnetyczne.

III. Prace geodezyjne: opracowanie projektu nowej triangulacji, wprowadzenie nowego odwzorowania Gaussowskiego, pomiary wszystkich granic państwa, wydanie nowych instr., nowe zdjęcia katastralne dla niektórych gmin, utworzenie instytutu dla instr. mierniczych i nowych metod zdjęć, oraz reambulacja map już istniejących.

IV. Prace topometryczno-fotogrametryczne: zastosowanie ziemskiej fotogrametrii dla katastru, reambulacja map topograficznych oraz uzupełnienie map katastralnych warstwicami dla celów gospodarczych.

Na podkreślenie zasługuje to, że wprowadzono nowe instrumenty i nowe metody zdjęć.

-- **Kurs przygotowawczy dla kandydatów na pomocników mierniczych** odbył się na wiosnę 1930 r. w Zurychu zorganizowany przez Szwajcarski Związek Geometrów w porozumieniu z Instytutem Psychotechnicznym. Program kursu obejmował prace biurowe (kreślenie i opisywanie planów) oraz prace polowe (osadzanie graniczników, tyczenie prostych, pomiar latami i taśmą, ustawianie lat niwelacyjnych oraz lat dla odległownic precyzyjnych, ustawianie statywów i centrowanie itp.). Miał on za zadanie wprowadzić nowoprzyjętych pomocników mierniczych w swój zawód i przez to oszczędzić geometrom wiele cennego w polu czasu dla pouczenia elementarnych czynności. Uczestnicy kursu (18) musieli przejść najpierw badania psychotechniczne w Instytucie, celem skontrolowania zdolności kandydata do zawodu pomocnika mierniczego.

Obecnie została rozpisana ankietą przez Instytut Psychotechniczny wśród tych geometrów którzy wysłali swych pomocników na kurs przygotowawczy, co do potrzeby takiego kursu. Wynik ankiety podkreśla korzyści z urządzania takich kursów, których uczestnicy wykazali odpowiednie przygotowanie, oraz, co najważniejsze, wykazali w wykonywaniu swych prac pełną sumienność i dokładność, tak potrzebną w miernictwie. Ponadto ankietą potwierdziła w zupełności wyniki badań psychotechnicznych. (*Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik*. 1931. Nr. 2).

-- **Nowa łąta niwelacyjna do odczytywania wprost wysokości punktów.** W *Allgemeine Vermessungs-Nachrichten* 1931, Nr. 3, opisuje Dankleff nową łątę niwelacyjną firmy Dennert-Pappe, umożliwiającą odczytywanie wprost wysokości punktów terenowych. Składa się ona z dwu łąt, z których jedna o szerokości 5 cm opatrzoną jest zwyczajnym stałym podziałem liczo-

nym od podstawy. Wzdłuż niej może się przesuwac druga łąta 3 cm szerokości z podziałem decymetrowym liczonym od wierzchołka łąaty. Pierwsza łąata stała służy do zwyczajnej niwelacji. Natomiast przy zdjęciach, gdzie ma być wyznaczoną wysokość więcej punktów terenowych, można używac tą drugą łąatę, którą przesuwac się tak długo wzdłuż stałej łąaty, aż odczytamy na niej wysokość punktu nawiązania w decymetrach i centymetrach. Podział metrowy jest oznaczony literami A, B, C, D tak, że każdej literze odpowiada jakaś liczba metrów, która się zmieniać może od stanowiska do stanowiska instrumentu. Jeżeli ustawimy teraz łąatę na innym punkcie, którego wysokość mamy wyznaczyć, to odczytamy na niej od razu jego wysokość.

— **Pomiary podstaw drutami inwarowymi w Finlandji.** Fiński Instytut Geodezyjny pomierzył 5 podstaw dla swej sieci triangulacyjnej, obejmującej południową Finlandję w latach 1923 do 1928. Do pomiaru użyto 5 drutów inwarowych 24-metrowych. Druty te były komparowane na 720 m długiej bazie kontrolnej pod Helsinforsem, na której porównywano druty przed i po każdym pomiarze. Wyniki tych 5 porównań:

| Drut Nr. | V. 1923     | XI. 1923 | VIII. 1925 | VIII. 1925 | VI. 1928 | VIII. 1928 |
|----------|-------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| 634      | 24 m + 0,05 | + 0,06   | + 0,08     | + 0,00     | - 0,01   | - 0,04     |
| 635      | + 0,78      | + 0,82   | + 0,84     | + 0,80     | + 0,79   | + 0,81     |
| 636      | + 0,55      | + 0,57   | + 0,44     | + 0,46     | + 0,59   | + 0,45     |
| 637      | + 0,48      | + 0,48   | + 0,49     | + 0,48     | + 0,47   | + 0,46     |
| 442      | + 0,79      | + 0,83   | + 0,47     | + 0,59     | + 0,38   | + 0,55     |

w m/m

Z zestawienia tego wyniku, że nie można nawet dla krótkich odstępów czasu zaniedbywac zmian długości drutów i należy koniecznie przed i po każdym pomiarze podstawy przeprowadzac komparację drutów.

Podstawy mierzono 5 drutami w obu kierunkach. Zamiast statywów użyto dla punktów pośrednich pali wbitych w ziemię. Przy 3-krotnem odczytywaniu każdego z drutów mierzono w godzinie do 2,000 m.

Wyniki pomiarów:

| Podstawa    | 1923 r. | Długość | Błąd pomiaru              |
|-------------|---------|---------|---------------------------|
| pod Saltvik | 1923 r. | 2,65 km | 1,1 m/m t. j. 1/2.400.000 |
| " Hanko     | 1923 "  | 5,88 "  | 2,4 " " 1/3.400.000       |
| " Lapträsk  | 1925 "  | 4,23 "  | 1,9 " " 1/2.200.000       |
| " Maaninka  | 1928 "  | 4,61 "  | 1,3 " " 1/3.500.000       |
| " Jääski    | 1928 "  | 3,24 "  | 1,1 " " 1/2.900.000       |

(*Zeitschrift für Instrumentenkunde* 1931, Nr. 4).

— **Badanie dokładności łąaty niwelacyjnej** do odczytywania wprost wysokości punktów, konstrukcji Froebes'a, przeprowadził Harbert w instytucie geodezyjnym Politechniki w Brunszwigu. W tym celu zaniwelował dwukrotnie 31 punktów na schodach stojących na wolnem powietrzu przy pomocy instrumentu niwelacyjnego Zeissa z dokładnością na mm tak, że wysokości tych punktów można przyjac za bezbłądne w porównaniu z dokładnością wymaganą od badanej łąaty. Obserwacje były wykonane przez 5 obserwatorów w 5 serjach. Nastawienie podziału na łąacie na wysokość punktu nawiązania trwało średnio 3 minuty. Średni błąd wysokości zaniwelowanych punktów wynosi  $\pm 1,7$  mm.

Na podstawie tych badań Harbert poleca użycie tej łąaty dla niwelacji terenowej i profili poprzecznych. Natomiast przy ciągach niwelacyjnych, gdzie robimy odczyty tylko na łąacie wstecz i wprzód, nie oplaci się używac łąaty Froebes'a, gdyż nastawianie podziału na łąacie zabiera zbyt wiele czasu. (*Allgemeine Vermessungs-Nachrichten* 1931, Nr. 4). K. W.

## BIBLIOGRAFJA.

**Książki nadesłane.** Dr. M. Matakiewicz: „Żegluga śródziemna i budowa dróg wodnych“. Warszawa 1931. Nakładem Komitetu Wydawniczego Podręczników Akademickich.

H. Grodowska i H. Radlińska: „Książka o życiu i pracy“. Tom II-gi. Lwów 1931. Nakładem K. S. Jakubowskiego.

**Wykaz dzieł nabytych przez Bibliotekę Politechniki w IV kwartale r. 1929.** (C. d.).

### II. Chemja i technologia chemiczna.

Kinde H. Ueber die Bestimmung der Schmelzpunkte im System Zr O<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Barmen 1928. Str. 15. — Schmidt-Nickels W. Ueber die Einwirkung von Schwefeldioxyd, Brom u. Jod auf die Halogenmagnesylderivate von Carbinolen u. über arylsubstituierte aliphatische Kohlenwasserstoffe. Berlin 1929. Str. 25. — Ruf K. Der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung von Chrom-, Eisen und Vanadium-Eisen-Legierungen mit einigen physikalischen Eigenschaften. Berlin 1929. Str. 28. — Pranschke A. Ueber das  $\beta$ -Hydrazinopropionacetal. Danzig 1926. Str. 20. — Isenbruch J. H. Über den Jodgehalt menschlicher Organe. Danzig 1929. Str. 32. — Postulka H. F. Nowe sposoby ekonomicznego transportu większych ilości gazów przemysłowych. Warszawa. Str. 16. — Maugé L. Les industries de l'azote. Paris 1929. Str. 684. — Nollé P. Equilibres superficiels des solutions colloïdales. Paris 1929. Str. 228. — Dębiński J. Żelazny przemysł hutniczy w Polsce. Warszawa 1926. Str. 66. — Parrish P. and Snelling F. C. Sulphuric Acid Concentration. 2 t. London 1924. — Elliott C. Distillation Principles. London 1925. Str. 266. Elliott C. Distillation in Practice. London 1925. Str. 188. — Parrish P. Sulphuric Acid Reaction Chambers. London 1925. Str. 159. — Alliot E. A. Centrifugal Dryers and Separators. London 1926. Str. 151. — Velišek J. O elektrolytickém převodu vody v roztocích chloridů alkalickejších kovů. Brno 1926. Str. 43. — Rieger Příspěvek k řešení rámových konstrukci spojitych. Brno 1926. Str. 20. — Wagner A. Elektrolytický převod vody v roztocích chlorovodíku. Brno 1926. Str. 41. Baborovsky J. a Velišek J. Absolutní hydratace iontů H, Li, Na, K, Cl, Br, v jejich normalních roztocích. Brno 1927. Str. 17. — Smoleński K. Prace centralnego laboratorium cukrowniczego w latach 1926-27. Warszawa 1929. Str. 473. — Vail J. Soluble Silicates in Industry. New York 1928. Str. 443. — Weyman G. The Design and Arrangement of Chemical Plant. London 1925. Str. 140. — Hubert E. Les Chaux et Ciments. Les Produits Céramiques. Paris 1929. Str. 96. — Gibbs W. E. The Dust Hazard in Industry. London 1925. Str. 168. (C. d. n.).

## Kongresy i Zjazdy.

**Zjazd naftowy.** W połowie października 1931 r. odbędzie się Zjazd naftowy. Głównym tematem obrad sekcji rafineryjnej będzie „wytwarzanie i zastosowanie polskich asfaltów drogowych“. Zgłoszenia odczytów należy nadsyłać pod adresem Stowarzyszenia Polskich Inżynierów Naftowych, Borysław, ul. Kościuszki lub inż. W. J. Piotrowski, Drohobycz, „Galicja“.

**Trzeci Polski Kongres Drogowy** odbędzie się we wrześniu 1932 r. w Warszawie. Zarząd Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów Drogowych prosi wszystkich, kto się interesuje sprawą drogową, a przedewszystkiem członków Stowarzyszenia o opracowanie referatów na tematy:

### I. Sprawy techniczne.

1. Praktyka i wyniki zastosowania nowoczesnych sposobów budowy jezdni drogowych ze szczególnem uwzględnieniem Polski: jezdnie bitumiczne, jezdnie betonowe i cementowane, jezdnie klinkierowe i jezdnie z półkostki kamiennej.

2. Warunki techniczne projektowania dróg współczesnych.

### II. Sprawy administracji drogowej.

3. Nowelizacja ustaw drogowych.

4. Organizacja i zakres działania organów 1-ej instancji administracji drogowej.

### III. Sprawy finansów drogowych.

5. Państwowy fundusz drogowy.

6. Spółki drogowe.

7. Gospodarka finansowo-drogowa samorządów.

Zawiadomienie o zamiarze wygłoszenia referatu należy nadesłać do dnia 1 listopada 1931 r., a same referaty do dnia 1 kwietnia 1932 r. pod adresem: Warszawa, ul. Chałubińskiego 4, Departament Drogowy Ministerstwa Robót Publicznych, dla Zarządu Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów drogowych.