

W. C. Kasper

TREŚĆ: Prof. Dr. K. Weigel: Projekt połączenia sieci triangulacyjnych większego kontynentu (wraz z wyznaczeniem elipsoidy odniesienia). — Dr. Cz. Thullie: Kościoły i klasztory warowne w dawnej Polsce. (Dokończenie). — Inż. Dr. A. Chmielowiec: Napięcie i zwis cięgien napiętych. — Inż. W. Rosner: O jednoczesnym spalaniu węgla i gazu ziemnego. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Różne sprawy.

Dr. Weigel Kasper

Prof. Politechniki Lwowskiej

Projekt połączenia sieci triangulacyjnych większego kontynentu (wraz z wyznaczeniem elipsoidy odniesienia).

Zagadnienie połączenia sieci triangulacyjnych większych kontynentów jest jednym z najważniejszych zagadnień geodezji wyższej.

Sposób, który podaję poniżej polega:

a) na najodpowiedniejszym zestawianiu poszczególnych systemów triangulacyjnych, uważanych jako systemy sztywne¹⁾, w jeden wspólny system, oraz

b) na wyznaczeniu dla — w sposób powyższy utworzonego systemu punktów — najodpowiedniejszej elipsoidy odniesienia.

a).

Aby spełnić zadanie określone pod a), należy obrąć na odnośnym kontynencie jeden system triangulacyjny jako początkowy (0), oznaczając systemy, okalające pierwszym pierścieniem system początkowy: ($\alpha.1$), ($\alpha.2$) . . . , dalej systemy okalające tenże pierścień (α), a zatem należące do pierścienia drugiego ($\beta.1$), ($\beta.2$) i t. d. Dla złączenia graniczących ze sobą systemów należy obrąć pewną ilość punktów wspólnych sąsiadującym ze sobą systemom, które będziemy nazywali łącznymi. Ponieważ jednak sieci poszczególne są wyrównane na elipsoidach różnych, względnie nawet przy zachowaniu tych samych wymiarów elipsoid, punkty przyłożenia tych ostatnich są różne, należy dla obranych punktów łącznych, wspólnych systemom sąsiadującym, przeprowadzić redukcję z elipsoid na geoidę. Uskutecznić da się to przy pomocy t. zw. „niwelacji astronomicznej“²⁾ na podstawie wyznaczenia szerokości i długości astronomicznej szeregu punktów, łączących w danym systemie triangulacyjnym punkt przyłożenia elipsoidy odniesienia z punktami łącznymi, które mają posłużyć do złączenia triangulacji danej z sąsiednią.

Mając na podstawie niwelacji astronomicznej we wspólnych punktach łącznych wyznaczone odstępki elipsoid od geoidy Δ , należy wyrazić współrzędne owych punktów w prostokątnych układach przestrzennych, których początki spadają ze środkami elipsoid. Dla ujednostajnienia należy przyjąć, że płaszczyzny (xz) układów spadają z płaszczyznami południkowymi (elipsoidalnymi), przechodzącymi przez Greenwich, a płaszczyzny (xy) są płaszczyznami równikowymi. Współrzędne punktów elipsoidy E będą wówczas (bez uwzględnienia redukcji na geoidę):

$$(1) \begin{cases} x = \frac{a_0}{W} \cos \varphi \cos \lambda \\ y = \frac{a_0}{W} \cos \varphi \sin \lambda \\ z = \frac{a_0}{W} (1 - e^2) \sin \varphi, \end{cases} \quad \left(\begin{array}{l} \text{przyczem } \varphi \text{ jest szerokość geogr.} \\ \text{elips., a } \lambda \text{ różnica długości geogr.} \\ \text{elips. punktu danego i obserwatorjum} \\ \text{w Greenwich; } a_0 \text{ i } b_0 \text{ są} \\ \text{półosiami elipsoidy odn., zaś} \\ e^2 = \frac{a_0^2 - b_0^2}{a_0^2} \end{array} \right).$$

¹⁾ Zakłada się, że poszczególne systemy triangulacyjne używano z wyrównania przy zastosowaniu obok innych warunków, także t. zw. warunków Laplace'a.

²⁾ Zasadę „niwelacji astronomicznej“ podał Helmert w swem dziele: „Die mathematischen und physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie“. I T. 1880. Stosowano ją od tego czasu niejednokrotnie w praktyce, a na największą skalę przy pomiarach amerykańskich, przedsięwziętych dla wyznaczenia elipsoidy odniesienia, patrz I. F. Hayford: „The figure of the earth... in the United States“, Washington 1909.

Jeżeli w danym punkcie elipsoidy odstęp od geoidy wynosi Δ , natenczas składowe jego w kierunkach przyjętego układu wynoszą:

$$\begin{array}{lll} \text{dla kierunku } x & \dots & \Delta \cos \varphi \cos \lambda \\ \text{„ „ } y & \dots & \Delta \cos \varphi \sin \lambda \\ \text{„ „ } z & \dots & \Delta \sin \lambda. \end{array}$$

Zatem współrzędne punktu łącznego, należącego do elipsoidy E , a odniesionego do geoidy będą:

$$(2) \begin{cases} x = \left(\frac{a_0}{W} + \Delta \right) \cos \varphi \cos \lambda \\ y = \left(\frac{a_0}{W} + \Delta \right) \cos \varphi \sin \lambda \\ z = \left\{ \frac{a_0}{W} (1 - e^2) + \Delta \right\} \sin \varphi. \end{cases}$$

Uwzględniając poprzednio podany podział systemów triangulacyjnych na pierścienie, oblicza się w ten sposób współrzędne punktów obranych jako łączne, zatem:

$$\begin{array}{ll} \text{dla systemu } (0) & \dots \dots \dots \text{współrzędne: } X, Y, Z, \\ \text{„ „ } (\alpha.1) & \dots \dots \dots \text{„ } x_{\alpha.1}, y_{\alpha.1}, z_{\alpha.1}, \\ \text{„ „ } (\alpha.2) & \dots \dots \dots \text{„ } x_{\alpha.2}, y_{\alpha.2}, z_{\alpha.2}, \\ \dots & \dots \dots \dots \\ \text{dla systemu } (\alpha.n) & \dots \dots \dots \text{współrzędne: } x_{\alpha.n}, y_{\alpha.n}, z_{\alpha.n}, \\ \text{„ „ } (\beta.1) & \dots \dots \dots \text{„ } x_{\beta.1}, y_{\beta.1}, z_{\beta.1}, \\ \dots & \dots \dots \dots \\ \text{i t. d.} \end{array}$$

Dla oznaczania sum przyjęto oznaczenie [], przyczem $[x_{\alpha.i}]$ oznacza sumę poszczególnych $x_{\alpha.i}$, odnoszących się do punktów łącznych systemu ($\alpha.i$), położonych na granicy systemów ($\alpha.h$) i ($\alpha.i$) i mających służyć do złączenia obu tych systemów; natomiast $[x_{\alpha.i}]$ bez wskaźników przy znaku sumacyjnym oznacza sumę $x_{\alpha.i}$ wszystkich punktów łącznych systemu ($\alpha.i$), przyjętych do uzgodnienia z sąsiednimi systemami. To samo odnosi się do dwumianów i cyfr, zawartych w zwykłych klamrach.

Po obliczeniu współrzędnych wszystkich punktów, rozporządząmy pewną ilością systemów punktów (powstałych z punktów poszczególnych triangulacji), a najbliższe zadanie polega na najodpowiedniejszym ich zestawieniu, przy zachowaniu równoległości osi pionowych poszczególnych systemów, a to ze względu na ich równoległość do osi ziemi. (Wymogi orientacji elipsoid odniesienia).

Wobec tego związku między współrzędnymi systemu n. p. i pierścienia α , a współrzędnymi systemu początkowego (0) przedstawiają się następująco:

$$\left. \begin{array}{l} \xi_{\alpha.i} + x_{\alpha.i} \cos \nu_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu_{\alpha.i} - X_0 = 0 \\ \eta_{\alpha.i} + x_{\alpha.i} \sin \nu_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu_{\alpha.i} - Y_0 = 0 \\ \xi_{\alpha.i} + z_{\alpha.i} - Z_0 = 0, \end{array} \right\} \quad (3)$$

zaś związku między współrzędnymi systemów h oraz i pierścienia α są:

$$\left. \begin{array}{l} \xi_{\alpha.i} + x_{\alpha.i} \cos \nu_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu_{\alpha.i} - \\ - \{ \xi_{\alpha.h} + x_{\alpha.h} \cos \nu_{\alpha.h} - y_{\alpha.h} \sin \nu_{\alpha.h} \} = 0 \\ \eta_{\alpha.i} + x_{\alpha.i} \sin \nu_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu_{\alpha.i} - \\ - \{ \eta_{\alpha.h} + x_{\alpha.h} \sin \nu_{\alpha.h} + y_{\alpha.h} \cos \nu_{\alpha.h} \} = 0 \\ \xi_{\alpha.i} + z_{\alpha.i} - \{ \xi_{\alpha.h} + z_{\alpha.h} \} = 0. \end{array} \right\} \quad (4)$$

Kąty ν są to skrety (kąty skrećenia) układów dołączanych względem układu początkowego (0), zaś ξ , η , ζ są współrzędne punktów zerowych dołączanych układów w układzie (0).

Połączenie ze sobą dwu systemów triangulacyjnych, czyli — co wychodzi na jedno — dwu układów współrzędnych n. p. (X, Y, Z) i (x, y, z) wymaga przy n punktach łącznych (przyczem $n > 1$) zastosowania rachunku wyrównawczego³⁾, wynikiem którego są cztery równania normalne kształtu:

$$\left. \begin{aligned} n\xi + [x] \cos \nu - [y] \sin \nu - [X] &= 0 \\ n\eta + [x] \sin \nu + [y] \cos \nu - [Y] &= 0 \\ n\xi + [z] - [Z] &= 0 \\ -[x]\xi - [y]\eta + [Xx] + [Yy] \} \sin \nu + \\ + \{ -[y]\xi + [x]\eta + [Xy] - [Yx] \} \cos \nu &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Tworzymy je przy pomocy równań błędów o kształcie równań (3) z tą tylko różnicą, że po prawej stronie zer należy położyć błędy pozorne δ , których suma kwadratów ma być minimum. Jeżeli tedy punktom A, B, C układu (X, Y, Z) odpowiadają punkty A', B', C' układu (x, y, z) należy tak dostosować układ drugi do pierwszego, aby suma kwadratów odległości AA', BB' i CC' była najmniejszą.

Równania (5) przybierają postać bardzo prostą, jeśli przesuniemy równolegle osie X, Y , oraz x, y obu układów o odstęp $\frac{[X]}{n}$, $\frac{[Y]}{n}$, względnie $\frac{[x]}{n}$, $\frac{[y]}{n}$ tak, aby współrzędne zmniejszyły się o powyższe długości. Analogiczne przesunięcie osi Z i z nie ma znaczenia rzeczowego i może być zastosowane tylko ze względów rachunkowych.

Oznaczając w ten sposób powstałe współrzędne p, q , (w miejsce x i y) oraz P, Q (w miejsce X, Y), otrzymuje się ze względu na to, że $[P] = [Q] = [p] = [q] = 0$, zamiast równania czwartego (równań (5)) związek:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{[Qp] - [Pq]}{[Qq] + [Pp]}, \quad \dots \quad (6)$$

(przyczem kwadrant kąta ν zależy od znaków licznika i mianownika, jak to ma miejsce przy obliczaniu azymutów płaskich), a następnie oblicza się z trzech pierwszych równań (niezmienionych): ξ , η i ζ .

W ten sposób można przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy rachunkowej, przyłączać kolejno poszczególne systemy do siebie. Po przyłączeniu systemów pierścienia α dołącza się do nich systemy pierścienia β i t. d. ..., mając po ukończeniu tych obliczeń współrzędne wszystkich punktów w jednym układzie zasadniczym (0).

Właściwy sposób postępowania polega jednak na równoczesnym połączeniu wszystkich systemów z systemem zasadniczym. Ponieważ przyłączenie każdego nowego systemu do zasadniczego wymaga dalszych czterech równań normalnych, należy przy równoczesnym połączeniu m systemów z systemem zasadniczym ustawić $4m$ równań normalnych. Równania te układamy na podstawie równań błędów typu (3) i (4), po sprowadzeniu ich do kształtu liniowego (zapomocą rozwinięcia w szereg Taylora z pominięciem wyrazów wyższych niż rzędu pierwszego⁴⁾).

Dla uproszczenia wzorów, podaję tylko równania błędów, związane z systemem i pierścienia α i to pod założeniem, że graniczą z nim oprócz systemu zasadniczego systemy (α, h) , (α, k) , oraz z pierścienia β system (β, i) .

³⁾ Należy zaznaczyć, że przed użyciem rachunku wyrównawczego, muszą być wyrugowane wszelkie błędy systematyczne.

⁴⁾ Porównaj wzory autora, wyprowadzone w rozprawie jego „O dostosowaniu tymczasowych sieci triang. do ostatecznej sieci triang. Państwa Polskiego“. Spr. Tow. Naukowego we Lwowie i 1924.

Równań tego rodzaju będzie dwanaście typów:

$$\left. \begin{aligned} -\xi_{\alpha, h} + \xi_{\alpha, i} + (x_{\alpha, h} \sin \nu'_{\alpha, h} + y_{\alpha, h} \cos \nu'_{\alpha, h}) \delta \nu_{\alpha, h} - \\ - (x_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} + y_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i}) \delta \nu_{\alpha, i} - \\ - (x_{\alpha, h} \cos \nu'_{\alpha, h} - y_{\alpha, h} \sin \nu'_{\alpha, h}) + \\ + x_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} - y_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} = \delta'_{\alpha, h}, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \xi_{\alpha, i} - (x_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} + y_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i}) \delta \nu_{\alpha, i} - X + \\ + x_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} - y_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} = \delta'_{\alpha, i}, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$\delta'_{\alpha, h}$ o członach takichsamy jak równ. (7) ze zmianą wskaźników α, h na α, k (9)

$\delta'_{\beta, i}$ o członach takichsamy jak równ. (7) ze zmianą wskaźników α, h na β, i (10)

$$\left. \begin{aligned} -\eta_{\alpha, h} + \eta_{\alpha, i} - (x_{\alpha, h} \cos \nu'_{\alpha, h} - y_{\alpha, h} \sin \nu'_{\alpha, h}) \delta \nu_{\alpha, h} + \\ + (x_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} - y_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i}) \delta \nu_{\alpha, i} - \\ - (x_{\alpha, h} \sin \nu'_{\alpha, h} + y_{\alpha, h} \cos \nu'_{\alpha, h}) + \\ + x_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} + y_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} = \delta''_{\alpha, h}, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \eta_{\alpha, i} + (x_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} - y_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i}) \delta \nu_{\alpha, i} - Y + \\ + x_{\alpha, i} \sin \nu'_{\alpha, i} + y_{\alpha, i} \cos \nu'_{\alpha, i} = \delta''_{\alpha, i}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$\delta''_{\alpha, k}$ o członach takichsamy jak równ. (11) ze zmianą wskaźników α, h na α, k (13)

$\delta''_{\beta, i}$ o członach takichsamy jak równ. (11) ze zmianą wskaźników α, h na β, i (14)

$$-\zeta_{\alpha, h} + \zeta_{\alpha, i} - z_{\alpha, h} + z_{\alpha, i} = \delta'''_{\alpha, h}, \quad \dots \quad (15)$$

$$\zeta_{\alpha, i} - Z + z_{\alpha, i} = \delta'''_{\alpha, i} \quad \dots \quad (16)$$

$\delta'''_{\alpha, k}$ o członach takichsamy jak równ. (15) ze zmianą wskaźników α, h na α, k (17)

$\delta'''_{\beta, i}$ o członach takichsamy jak równ. (15) ze zmianą wskaźników α, h na β, i (18)

Grupy równań błędów należące do pierścieni dalszych β, γ i t. d. nie zawierają związków typu (8), (12) i (16). Wartości przybliżone kątów skrećenia oznaczono ν' , zaś ich poprawki $\delta \nu$ z odpowiednimi wskaźnikami.

Ilość równań błędów kształtu (7), jak również (11) i (15) równa się ilości punktów łącznych między systemami (α, h) i (α, i) , t. j. $(n)_{\alpha, h}^{\alpha, i}$, analogicznie jest ilość równań typu (9), jak też (13) i (17) równa $(n)_{\alpha, h}^{\alpha, k}$, liczbie punktów łącznych między systemami (α, i) i (α, k) ; to samo odnosi się do ilości równań (10), jak też (14) oraz (18) i do ilości $(n)_{\beta, i}^{\beta, i}$. Ilość równań (8) jak również (12) i (16)

równa się ilości punktów łącznych między systemami (α, i) i (0), podczas gdy suma ilości równań (7), (8), (9), (10) jak też równań (11), (12), (13), (14) oraz (15), (16), (17), (18) jest $n_{\alpha, i}$ (bez klamry) i równa się ilości wszystkich punktów łącznych systemu (α, i) (wspólnych z sąsiednimi systemami).

Ponieważ poszczególne systemy triangulacyjne nie były wykonane z jednakową dokładnością (o czym pociągają nas błędy średnie, uzyskane przy ich poprzednim wyrównaniu), należy wprowadzić do dalszego rachunku odpowiednio urobione wagi dla równań błędów każdego systemu triangulacyjnego.

Dla uproszczenia formuł zaniechamy jednak wprowadzania wag, przyjmując poszczególne równania błędów jako równodokładne; taksamo ograniczymy się do podania tylko czterech równań normalnych, pozostających w związku z systemem (α, i) t. j.:

$$\frac{\partial[\delta \delta]}{\partial \xi_{\alpha, i}} = 0, \quad \frac{\partial[\delta \delta]}{\partial \eta_{\alpha, i}} = 0, \quad \frac{\partial[\delta \delta]}{\partial \zeta_{\alpha, i}} = 0, \quad \frac{\partial[\delta \delta]}{\partial \nu_{\alpha, i}} = 0 \quad \dots \quad (19)$$

i do poprzednio podanego założenia, że system (α, i) graniczy tylko z systemami (0), (α, h) , (α, k) i (β, i) .

Pierwsze z czterech równań normalnych (19) będzie miało wówczas kształt następujący:

$$\begin{aligned}
& - (n) \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \xi_{\alpha.h} + n_{\alpha.i} \xi_{\alpha.i} - (n) \begin{matrix} \alpha.k \\ \alpha.i \end{matrix} \xi_{\alpha.k} - (n) \begin{matrix} \beta.i \\ \alpha.i \end{matrix} \xi_{\beta.i} + \\
& + [x_{\alpha.h} \sin \nu'_{\alpha.h} + y_{\alpha.h} \cos \nu'_{\alpha.h}] \delta \nu_{\alpha.h} - \\
& - [x_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i}] \delta \nu_{\alpha.i} + \\
& + [x_{\alpha.k} \sin \nu'_{\alpha.k} + y_{\alpha.k} \cos \nu'_{\alpha.k}] \delta \nu_{\alpha.k} + \\
& + [x_{\beta.i} \sin \nu'_{\beta.i} + y_{\beta.i} \cos \nu'_{\beta.i}] \delta \nu_{\beta.i} - [X]_0^{\alpha.i} - \\
& - [x_{\alpha.h} \cos \nu'_{\alpha.h} - y_{\alpha.h} \sin \nu'_{\alpha.h}] + \\
& + [x_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i}] - \\
& - [x_{\alpha.k} \cos \nu'_{\alpha.k} - y_{\alpha.k} \sin \nu'_{\alpha.k}] - \\
& - [x_{\beta.i} \cos \nu'_{\beta.i} - y_{\beta.i} \sin \nu'_{\beta.i}] = 0.
\end{aligned} \quad (20)$$

Ponieważ człony o wskaźnikach $\alpha.k$ i $\beta.i$ tworzymy w sposób analogiczny jak człony o wskaźnikach $(\alpha.h)$, opuścimy je dla lepszego przeglądu i prostoty w dalszych trzech równaniach, zaznaczając ich obecność kropkami:

$$\begin{aligned}
& - (n) \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \eta_{\alpha.h} + n_{\alpha.i} \eta_{\alpha.i} - \dots - \\
& - [x_{\alpha.h} \cos \nu'_{\alpha.h} - y_{\alpha.h} \sin \nu'_{\alpha.h}] \delta \nu_{\alpha.h} + \\
& + [x_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i}] \delta \nu_{\alpha.i} - \dots - \\
& - [Y]_0^{\alpha.i} - [x_{\alpha.h} \sin \nu'_{\alpha.h} + y_{\alpha.h} \cos \nu'_{\alpha.h}] + \\
& + [x_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i}] - \dots = 0
\end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned}
& - (n) \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \zeta_{\alpha.h} + n_{\alpha.i} \zeta_{\alpha.i} - \dots - \\
& - [Z]_0^{\alpha.i} - [z_{\alpha.h}] + [z_{\alpha.i}] - \dots = 0
\end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned}
& [x_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \xi_{\alpha.h} - \\
& - [x_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i} + y_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i}] \xi_{\alpha.i} + \dots - \\
& - [x_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \eta_{\alpha.h} + \\
& + [x_{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i} - y_{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i}] \eta_{\alpha.i} - \dots - \\
& - \{ [x_{\alpha.h} x_{\alpha.i} + y_{\alpha.h} y_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \cos(\nu'_{\alpha.h} - \nu'_{\alpha.i}) + \\
& + [x_{\alpha.h} y_{\alpha.i} - y_{\alpha.h} x_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \sin(\nu'_{\alpha.h} - \nu'_{\alpha.i}) \} \delta \nu_{\alpha.h} + \\
& + [x_{\alpha.i}^2 + y_{\alpha.i}^2] \delta \nu_{\alpha.i} - \dots + \\
& + [X x_{\alpha.i} + Y y_{\alpha.i}]_0^{\alpha.i} \sin \nu'_{\alpha.i} + \\
& + [X y_{\alpha.i} - Y x_{\alpha.i}]_0^{\alpha.i} \cos \nu'_{\alpha.i} + \\
& + [x_{\alpha.h} y_{\alpha.i} - y_{\alpha.h} x_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \cos(\nu'_{\alpha.h} - \nu'_{\alpha.i}) - \\
& - [x_{\alpha.h} x_{\alpha.i} + y_{\alpha.h} y_{\alpha.i}] \begin{matrix} \alpha.i \\ \alpha.h \end{matrix} \sin(\nu'_{\alpha.h} - \nu'_{\alpha.i}) + \dots = 0.
\end{aligned} \quad (23)$$

W równaniach powyższych zastosowano celowo pisownię, zabierającą stosunkowo niewiele miejsca w miejsce pisowni bardziej właściwej i tak powinno się pisać np. $- \{ [x_{\alpha.h}] \cos \nu'_{\alpha.h} - [y_{\alpha.h}] \sin \nu'_{\alpha.h} \}$ w miejsce użytej pisowni: $- [x_{\alpha.h} \cos \nu'_{\alpha.h} - y_{\alpha.h} \sin \nu'_{\alpha.h}]$ i t. d.

Analogiczne cztery równania normalne należy utworzyć dla każdego dołączanego systemu.

Po rozwiązaniu równań normalnych oblicza się współrzędne punktów wszystkich systemów w układzie zasadniczym. Punkta łączne będą miały wobec tego podwójne współrzędne, z których należy zrobić średnie arytmetyczne. Ale nie tylko współrzędne punktów użytych przy łączeniu poszczególnych systemów, lecz i wszystkich innych punktów triangulacyjnych, dla których znamy odstępki odnośnych elipsoid od geoidy, można w ten sposób przedstawić w jednym wspólnym układzie (zasadniczym) i użyć ich do wyznaczenia najodpowiedniejszej elipsoidy odniesienia danego względnie danych kontynentów.

b).

Czynności określone powyżej, należy uważać jako przygotowane do wyznaczenia dla pewnego kontynentu względnie kontynentów najodpowiedniejszej elipsoidy odniesienia, na której będzie przedstawiony całokształt triangulacyj.

Ponieważ elipsoida trójosiowa nadaje się do tego celu raczej w przypadku, gdy chodzi o całokształt całej ziemi, zadowolimy się przyjęciem jako powierzchni odniesienia elipsoidy obrotowej spłaszczonej. Dwa przypadki są tu do omówienia; powierzchnią odniesienia może być:

a) elipsoida obrotowa spłaszczona, β) elipsoida obrotowa spł. o z góry danem spłaszczeniu $p = \frac{\alpha_0 - b_0}{\alpha_0}$ (na podstawie pomiarów grawimetrycznych).

Równanie centralne elipsoidy obrotowej jest:

$$\frac{x^2}{\alpha_0^2} + \frac{y^2}{\alpha_0^2} + \frac{z^2}{b_0^2} - 1 = 0, \quad (24)$$

przyczem α_0 jest dłuższą, a b_0 krótszą półosią. Ponieważ środek tej elipsoidy nie będzie spadał z początkiem układu zasadniczego (X, X, Z) , zaś oś z ma być równoległą do osi Z , przeto związek między współrzędnymi układu centralnego elipsoidy, a współrzędnymi układu zasadniczego opiewa:

$$x = X - \xi, \quad y = Y - \eta, \quad z = Z - \zeta, \quad (25)$$

przyczem ξ, η i ζ są współrzędne początku układu (x, y, z) w układzie (X, Y, Z) .

Wobec tego odnośne równania błędów mają kształt:

$$\vartheta = \frac{(X - \xi)^2}{\alpha_0^2} + \frac{(Y - \eta)^2}{\alpha_0^2} + \frac{(Z - \zeta)^2}{b_0^2} - 1, \quad (26)$$

a po sprowadzeniu do formy liniowej (przez rozwinięcie w szereg Taylora z pominięciem wyrazów wyższych niż rzędu pierwszego) i wprowadzeniu wartości przybliżonych niewiadomych $\xi', \eta', \zeta', \alpha_0'$ i b_0' :

$$\begin{aligned}
\vartheta = & - \frac{2}{\alpha_0'^2} (X - \xi') \delta \xi - \frac{2}{\alpha_0'^2} (Y - \eta') \delta \eta - \\
& - \frac{2}{b_0'^2} (Z - \zeta') \delta \zeta - 2 \frac{(X - \xi')^2 + (Y - \eta')^2}{\alpha_0'^3} \delta \alpha_0 - \\
& - 2 \frac{(Z - \zeta')^2}{b_0'^3} \delta b_0 + l,
\end{aligned} \quad (27)$$

$$\text{przyczem: } l = \frac{(X - \xi')^2}{\alpha_0'^2} + \frac{(Y - \eta')^2}{\alpha_0'^2} + \frac{(Z - \zeta')^2}{b_0'^2} - 1, \quad (28)$$

lub po pomnożeniu przez $-\frac{\alpha_0'}{2}$ (we formie dogodniejszej dla rachunku):

$$\begin{aligned}
\delta = & \frac{X - \xi'}{\alpha_0'} \delta \xi + \frac{Y - \eta'}{\alpha_0'} \delta \eta + \frac{\alpha_0'}{b_0'} \frac{Z - \zeta'}{b_0'} \delta \zeta + \\
& + \frac{(X - \xi')^2 + (Y - \eta')^2}{\alpha_0'^2} \delta \alpha_0 + \frac{\alpha_0'}{b_0'} \frac{(Z - \zeta')^2}{b_0'^2} \delta b_0 - \\
& - \frac{(X - \xi')^2 + (Y - \eta')^2}{2 \alpha_0'} - \frac{\alpha_0'}{b_0'} \frac{(Z - \zeta')^2}{2 b_0'} + \frac{\alpha_0}{2}.
\end{aligned} \quad (29)$$

*

Na podstawie powyższych równań błędów układamy pięć równań normalnych o niewiadomych: $\delta \xi$, $\delta \eta$, $\delta \zeta$, δa_0 i δb_0 .

Średni błąd dostosowania tej elipsoidy, oraz średnie błędy niewiadomych będą dla nas wskazówką, czy zadanie nasze jest spełnione z dokładnością wystarczającą.

W przypadku przyjęcia spłaszczenia p z pomiarów grawimetrycznych będzie ze względu, że $b_0 = a_0(1-p)$:

$\delta = \frac{(X-\xi')^2}{a_0'^2} + \frac{(Y-\eta')^2}{a_0'^2} + \frac{(Z-\zeta')^2}{a_0'^2(1-p)^2} - 1$, względnie we formie liniowej po pomnożeniu przez $-\frac{a_0'}{2}$:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{X-\xi'}{a_0'} \delta \xi + \frac{Y-\eta'}{a_0'} \delta \eta + \frac{1}{(1-p)^2} \frac{Z-\zeta'}{a_0'} \delta \zeta + \\ &+ \left\{ \frac{(X-\xi')^2 + (Y-\eta')^2}{a_0'^2} + \frac{(Z-\zeta')^2}{a_0'^2(1-p)^2} \right\} \delta a_0 - \\ &- \frac{(X-\xi')^2 + (Y-\eta')^2}{2a_0'} - \frac{(Z-\zeta')^2}{2a_0'(1-p)^2} + \frac{a_0'}{2} \end{aligned} \right\} (30)$$

Niewiadome są tu tylko cztery: $\delta \xi$, $\delta \eta$, $\delta \zeta$ i δa_0 .

Po ustaleniu wymiarów i usytuowaniu elipsoidy odniesienia należy przenieść na nią poszczególne punkty triangulacyjne. Uskutecznią się to nasamprzód z punktami, których użyto do wyznaczenia elipsoidy odniesienia. Każdemu z tych punktów odpowiada równanie błędów o pewnej wartości δ , otóż przejście na powierzchnię elipsoidy w układzie (X, Y, Z) — nastąpi przez odjęcie od współrzędnych tegoż punktu wielkości:

$\delta \cos \varphi \cos \lambda$ od X , $\delta \cos \varphi \sin \lambda$ od Y i $\delta \sin \varphi$ od Z , (32) poczem przechodzi się na współrzędne punktu w układzie (elipsoidy) (x, y, z) równaniami (25).

Współrzędne wszelkich innych punktów, na których nie czyniono obserwacji astronomicznych, a które muszą być odrzutowane wprost z poszczególnych elipsoid na wyznaczoną elipsoidę odniesienia (bez pośrednictwa geoidy) należy wyrazić za pośrednictwem układu (X, Y, Z) w układzie nowej elipsoidy odniesienia.

Jeżeli w ten sposób otrzymane współrzędne punktu

są x, y, z , to współrzędne punktu, który jest rzutem poprzedniego na elipsoidę będą (w dostatecznym przybliżeniu):

$$x_e = \frac{1}{x} C, \quad y_e = \frac{1}{y} C, \quad z_e = \frac{1}{z} C, \quad \dots \quad (32)$$

przyczem dla elipsoidy obrotowej:

$$C^2 = \left(\frac{x}{a_0}\right)^2 + \left(\frac{y}{a_0}\right)^2 + \left(\frac{z}{b_0}\right)^2 \dots \dots \dots (33)$$

Wzorów tych choć przybliżonych można użyć jako kontroli wyników wzorów (31). Wobec tego, że kształt elipsoidy ziemskiej jest zbliżony do kuli wzór (32) wprowadzono rzucając punkty ku środkowi elipsoidy.

Następnie przelicza się współrzędne centralne elipsoidy na geograficzne wedle wzorów:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{y_e}{x_e}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{a_0'^2 z_e}{b_0'^2 x_e}$$

(dla elipsoidy obrotowej).

(λ — długość, φ — szerokość geograficzna; długość λ liczona na elipsoidzie obrotowej od południka zerowego, zawartego w płaszczyźnie x, z).

W każdym razie należy się przekonać, czy kształt trójkątów triangulacyjnych nie uległ zmianie przez odrzutowanie poszczególnych punktów na elipsoidę (t. j. czy kąty w trójkątach nie zmieniły się). Jest to możliwe szczególnie w trójkątach, których wierzchołkami są punkta łączne. Gdyby w pewnych trójkątach nastąpiła zmiana kątów, przekraczająca dozwolone maximum przy I-rzędnej triangulacji, należy trójkąty te poddać nowemu wyrównaniu (na podstawie dawniejszych obserwacji). Ponieważ będą to tylko lokalne wyrównania współrzędnych, praca ta dodatkowa będzie stosunkowo nieznaczna.

W ten sposób można połączyć sieci triangulacyjne pewnego kontynentu względnie połączonych ze sobą kontynentów w jedną całość na wyznaczonej w tym celu elipsoidzie odniesienia i to albo zupełnie bez zmiany poszczególnych trójkątów sieci lub przy zmianach bardzo nieznacznych części poszczególnych sieci.

Dr. Czesław Thullie
Inż.-architekt.

Kościóły i klasztory warowne w dawnej Polsce.

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

(Dokończenie).

Jeżeli romańskie świątynie murowane były najczęściej warowne, czyto jako kościoły grodowe, czyteż jako późniejsze fary wiejskie, to w epoce gotyku stopień obronności świątyń zmniejszył się nieco, ze względu na lepsze już warunki bezpieczeństwa, opasanie miast średniowiecznych pierścieniem warownych murów i t. p. Czasy późniejsze odrodzenia i baroku coraz bardziej wyzwalają budowlę kościelne (i inne) z więzów, jakie nakładały względy obronności, gdyż nastąpiła podówczas błogosławiona era pokoju i rozkwitu państwa. Następuje wtedy wspaniała rozbudowa miast. Polski, a jedynie kresy Państwa, zawsze jeszcze narażone na napady i niepokoje zamieszkałymi, czuwały z konieczności z broni w rękę, zabezpieczając odpowiednio swe świątynie i siedziby. Dopiero rozpętanie wojen w połowie XVII. wieku, straszne klęski i najazdy wojsk nieprzyjacielskich, które, niby potop, zalewały nieszczęsne ziemie nasze, spowodowały znaczne zwiększenie obronności budowli tak kościelnych, jakoteż i świeckich.

Z tych zatem czasów t. j. z drugiej połowy XVII. wieku pochodzą silniej umocnione budowle kościelne, jak n. p. typowy kościół warowny w Brochowie. Cechy

obronne świątyń epoki odrodzenia i baroku pozostają przeważnie takie same, co i w średniowieczu; to też widzimy i dalej wieże kościelne w roli baszt i strażnic, widzimy strychy świątyń, zamienione na galerje z otworami strzelnic w murach gzymsowych. Kiedyindziej stosowano empory piętrowe nad nawami bocznymi dla pomieszczenia strzelców obrony, lub też nasadzano na narożach wieżyńki w kształcie bastjoników na sposób średniowieczny. Dalej pojawiły się podówczas na kościołach i klasztorach malownicze mury attyk renesansowych, doskonale przydatne do pomieszczenia strzelnic i ganków obrony. Z czasem jednak przeniósł się ciężar obrony z budynków na potężne umocnienia zewnętrzne; dźwigają się zatem potężne mury z basztami okrągłymi, lub wielobocznymi, budową dostosowane do nowych środków oblężniczych. Wobec znacznego rozwoju artylerji i sztuki oblężniczej trudno się było ostać w czasie szturmów w obronnych nawet ścianach świątyń, toteż kościoły obronne fortyfikują się na wzór współczesnych warowni zamkowych z narożnikami kawaljerami, strzelnicami armat i wałami ziemnymi. Jednakowoż później u schyłku niepodległości państwowej zanikało coraz bardziej i budownictwo obronne,

a lata późniejsze (porozbiorowej epoki) przyniosły nie tylko zatarcie zabytków budownictwa obronnego wogóle, lecz przede wszystkim zacierają one i niszczyły zbędne już i niepotrzebne cechy obronne świątyń staropolskich.

I znów stary rysunek posłuży nam do odtworzenia widoku świątyni obronnej z czasów odrodzenia; przedstawia on oblężenie miasta Pińczowa przez Szwedów w r. 1657. Widzimy zatem na tym sztychu kościół renesansowy, wzniesiony na wzgórzu, niedaleko zamku i poza obrębem murów miejskich. Dlatego też świątynia jest położona obronnie i zwarta w sobie, o założeniu kwadratu, z którego wyrasta okazała kopuła. Na czterech narożach wyrastają okrągłe wieżyczki basztowe; ich znaczenie obronne tem lepiej można zrozumieć, jeśli zauważymy rząd otworów strzelniczych na wysokości strychu. Tak zatem świątynia ta, i tak niedostępna, wzniesiona na wzgórzu, o zakrytym wejściu i wysoko umieszczonych oknach, zamienia się w górnej części na fortecę, najężoną basztami i zbrojną w lufy, zięjące ogniem przez otwory strzelnic. A sam dziedziniec kościelny zamknięty jest ukośnymi murami znacznej wysokości, które dopełniają miarę obronności przybytku Bożego (rys. 22).

Z kolei opiszemy najlepiej dochowany zabytek kościelnego budownictwa warownego z XVII. w. t. j. obronny kościół w Brochowie (p. Szyszko-Bohusz: Warowne zabytki architektury kość. w Polsce i na Litwie). Znakomity badacz naszych zabytków architektonicznych podaje zdjęcia i opisuje tę świątynię, uważa on ją jednak jako wyjątek (!) twierdząc niesłusznie, że warowność naszych świątyń polegała zaledwie na strzelnicach strychowych, zaś typu kościoła obronnego w Polsce właściwie nie było (!) i o wyraźniejszych środkach obrony, o basztach, wykuszach, bronach, choćby o strzelnicach bardziej skomplikowanych mowy nie było. W tym sensie pisał i Sokołowski (Kościoły i cmentarze warowne w Polsce), uznając za cechę obronności świątyń tylko przejścia obronne pod dachami naw bocznymi, to znów nawy głównej, bez występów na zewnątrz, bez krokosztyn, łuków na szkarfach, hurdycji i machikuł. A jednak trudno nam się zgodzić ze zdaniem obu zasłużonych badaczy, bo przeczą temu najjaskrawiej same zabytki, względnie ich wizerunki, szczęśliwie dochowane do naszych czasów. Szereg warownych kościołów średniowiecza, które powyżej opisaliśmy, a przede wszystkim wieża katedry tarnowskiej z machikułami, prastary kościół obronny na Skałce, czy też krakowski kościół św. Gertrudy z wykuszem pomiędzy wieżami, zbrojnemi w średniowieczne machikuły i wiele innych przykładów poucza nas o tem, że istniał u nas wyraźny typ kościelnych warowni, które mocą swą i obronnością, nie o wiele ustępowały umocnieniom zamkowym.

Również wyraźnym, lecz nie wyjątkowym, przykładem typu obronnego jest słynna świątynia w Brochowie pod Sochaczewem, wystawiona w r. 1662 na ruinach spalonego przez Szwedów kościoła. (Rys. 6 według Sz. Bohusza). Jestto trzynawowa budowa ceglana, mająca w sobie wiele cech średniowiecza; starożytny wygląd nadają jej głównie dwie okrągłe baszty frontowe (prastarego typu), oraz również cylindryczna wieżyca, wyrastająca nad ołtarzową absydą.

Te trzy wieże, z wieloma piętrami strzelnic, połączone są drogą straży (jak w zamkach) przyczem kurytarze obronne w otwartych ku wnętrzu świątyni emporach wspierają się na arkadach, przerzuconych pomiędzy filarami. Kurytarze te łączą zatem wszystkie trzy wieże, w jedną, warowną całość i posiadają naprzemian otwory okien i ukośne szpary strzelnic, ze ściennymi wnękami. Drugi rząd strzelnic znajduje się u dołu poniżej okien świątyni, tak że cała świątynia wraz z poddaszem i wieżami brać mogła udział w obronie, bo nawet i absyda ołtarzowa również zaopatrzona jest w dwie kondygnacje strzelnic. Również oba wejścia do kościoła bronione były

przez parę ukośnych strzelnic do strzału na bezpośrednią bliskość. Wobec pełnej obronności budynku otrzymał naturalnie i cmentarz czworobok murów z piętrowymi bastjonami na narożach. Strzelnice bastjonów rozmieszczono w ten sposób w dwu kondygnacjach, że część z nich służyła dla ognia flankowego wzdłuż murów, mury zaś same zaopatrzone były również w otwory na wysokość głowy człowieka, stojącego na wzniesionym nieco terenie cmentarnym.

Tak zatem mury zewnętrzne tworzyły pierwszą linię obrony, gdy druga linia strzelców mieściła się w nawach bocznych, trzecia zaś w górnych kurytarzach i złączonych w całość warowną trzech basztach wieżowych. Strzelnice górne świątyni współdziałały z obroną murów cmentarnych, podczas gdy dolny rząd strzelnic służył do zabezpieczenia kościoła przed bezpośrednim atakiem. Szkoda wielka, że ten bezcenny zabytek wojennej architektury został w czasie wojny światowej silnie uszkodzony; wprawdzie kościół sam zrestaurowano, lecz obwarowania cmentarza znajdują się w zupełnej ruinie.

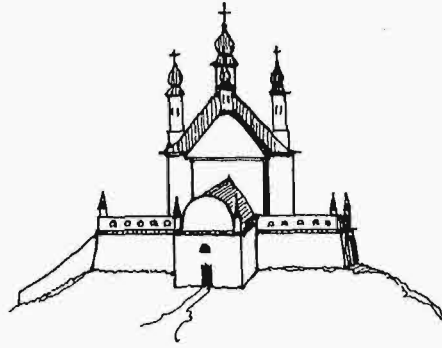
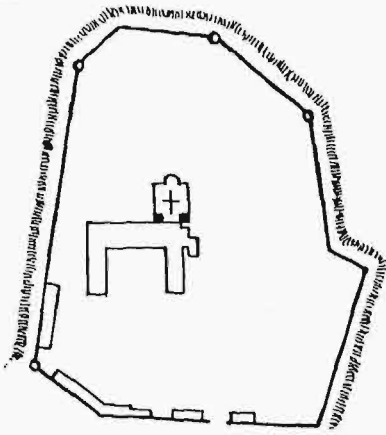
Gdy sama świątynia nie posiadała wybitnego charakteru obronnego, jak n. p. w Ptkanowie, tam wieńiec murów cmentarnych przypominał swą obronnością już silne obwarowania forteczne. Mury cmentarza w Ptkanowie (obok Opatowa) okalające gotycki kościółek, wzniesione zostały w XVI.—XVII. wieku we formie osmioboku; na narożach jego umieszczono baszty okrągłe, czworoboczne i pięciokątne bastjony nowszego typu. Brama wjazdowa wyrastała w szkarpowaną wieżę z piętrem i podziemną piwnicą. Bastjony zaopatrzone w strzelnice dla ognia flankowego, zaś otwory strzelnic w samych murach otrzymały kształt rozwartych ku wnętrzu szpar, prostopadłych do lica muru i ukośnych. Gdziekolwiek pojawiają się i armatnie otwory koliste ze szparą górną, umieszczone w szerokich wnękach ściennych.

Jeśli przytoczone powyżej przykłady wskazują na bezpośrednią obronność domów Bożych, nie chronionych miast, to kiedykolwiek zauważyć można na zabytkach kościelnych cechy obronne, które wynikają prosto tylko z naśladownictwa kościelnych warowni, a nie z potrzeby obrony. Tak na przykład kościół Dominikanów w Krakowie posiadał dawniej i mury cmentarne i wysoką wieżę wrotną, która wznosiła się nad wejściem na cmentarz, niczem potężna brama zamkowa o czterech kondygnacjach, ze sklepioną sienią u dołu, i uwieńczeniem kopulastem o narożnych sterczynach. Czyż jednak takie umocnienia miały cel jaki wewnątrz miasta, zabezpieczonego murami i basztami; była to raczej renesansowa dzwonnica gotyckiego kościoła, której zarys i sytuacja wskazują na analogję z warownością świątyń fortecznego typu.

Podobnie, jak w Środzie i w Gostyniu, posiada wieża czołowa kościoła w Chodlu lubelskim z XVI. w. malowniczą attykę z narożnymi sterczynami, która kryje dach wieżowy na sposób baszt obronnych. Przypomina ona wieże attykowe zamków w Tęczynie, lub Iłży, lecz i tu zapewne wchodziło w grę tylko naśladownictwo form obronnych, bez ściślejszego ich zastosowania. Wogóle wieża grała najczęściej główną rolę w obwarowaniu świątyni, jak i w średniowieczu, lecz podówczas już posiadała baszty niemal zawsze szerokie otwory dla oddania głosu dzwonów. I tak wieża bramna kościoła farnego w Niepołomicach ze sklepioną sienią, prowadzącą na ujęty murami cmentarz, wskazuje swem usytuowaniem na obronne przeznaczenie, tembardziej, że wieżyca ta posiada powyżej okien okrągłe otwory strychowe, mogące służyć jako strzelnice.

Gdy wieża niepołomiczka wznosi się nad bramą cmentarną, to potężna baszta kościoła w Olesku (z pocz. XVII. w.) przytyka bezpośrednio do ścian świątyni. Dawny widok fary okazuje nam cmentarz, otoczony murem, oraz wieloboczną wieżycę, dźwigającą się ku górze

5.



29 · KOŚC. POD ZAMKIEM · W · LANCKORONIE



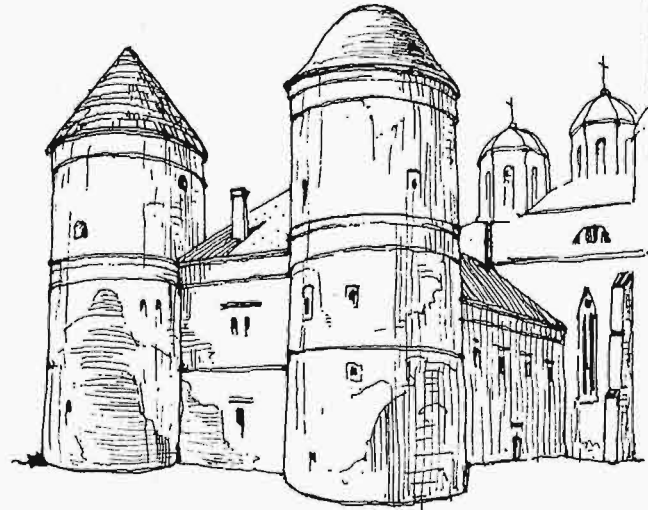
30 · JAROSŁAW · KOŚC. J · W · DUCHA ·

28 · JAROSŁAW · KLAZTOR · BENEDYKTYNEK

31 · KOŚC. W · OLESKU ·

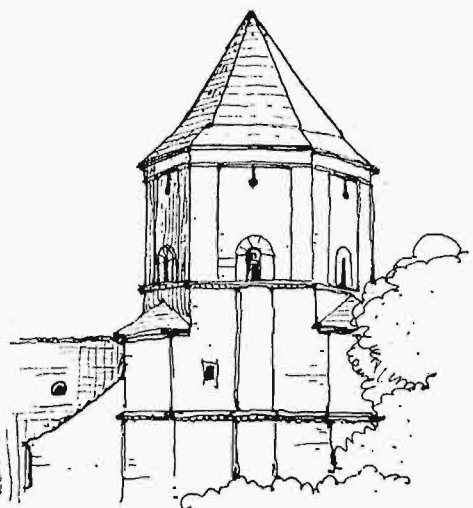


32 · MIĘDZYRZECZ · KLAZT · FRANCISZKANÓW ·



33 · BERDYCZÓW ·

· KLAZTOR · KARMELITÓW ·



34 · BAZTA · KL · BERNARDYNÓW · W · LEŻAJKU ·

w szkarpowatych odsadach; jej niewielkie otwory owalne, czyteż podłużne, o szerokich rozglifieniach, służyły zapewne jako strzelnice w trzech wysokościach baszty; tembardziej, że na ścianie, łączącej nawę z wieżą, widoczny jest na rysunku prawidłowy wykrój armatniej strzelnicy. (Rys. 31). Świątynia taka broniła się samotnie przed napadem, jednak i w tej jeszcze epoce wznoszono kościoły zamkowe, wewnątrz obwarowań fortecznych, lub też w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Widzimy zatem na dawnym wizerunku zamku X. X. Wiśniowieckich we Wiśniowcu nad Horyniem (z XVII. w.) tuż obok pałacu kościół z renesansowym szczytem i dwiema wieżami przy absydzie, otoczony oddzielnym murem obronnym ze strzelnicami. Przedstawiony na rysunku jako ruina bez dachów (obecnie odbudowana) padł on widocznie w latach minionych ofiarą wojennej pożogi. Na obronność wskazuje także usytuowanie wież od tyłu, t. j. od strony ataku wroga, podczas gdy czoło świątyni, zwrócone do zamku, obrony tej nie potrzebowało.

Gdy brakło sąsiedztwa zamku zabezpieczał się kościół warownością budowy, ujętej n. p. dwiema okrągłymi wieżami, jak w kościele św. Jana Chrz. w Komajach (wileńskie) z roku 1606, posiadającym ponadto rzędy otworów w ścianach strychowych. Aż trzy takie baszty otrzymała fara w Zakrocymiu (nieдалeko znanego nam już Brochowa), zaś kościół fundacji kanoników regularnych w Mstowie z XVII. w. chronił się znów wieńcem murów, które wzmacniały warowne baszty zamkowego typu.

Kształty warownej architektury zdradza dalej dzwonnica dawnego kościoła ormiańskiego w Jazłowcu, która posiada, podobnie jak wieża ormiańskiej katedry we Lwowie i kościoła tegoż obrządku w Kamieńcu pod., cztery okrągłe baszty, na ściętych narożach piętrowej nasady. (Rys. 16). Naturalnie szczegóły takie nie zawsze wynikały z bezpośredniej (czyteż pośredniej) obronności świątyni, niejednokrotnie bowiem były to tylko czysto dekoracyjne naśladownictwa cech warownych, lecz bez ich wojennego przeznaczenia. Zupełnie natomiast obronnie przedstawia się (na starym rysunku) kościół w Lancoronie, usytuowany u stóp tamtejszego zamku, gdyż otaczają go wysokie ukośne mury z otworami w parapetach i narożnymi bastjonikami; widzimy tam dalej i chronione wejście, oraz, co ciekawsze wieżyczki na narożach poddasza, które niejednokrotnie służyły w kościołach obronnych, jako baszty strzelnicze. (Rys. 29). Podobne obwarowania dochowały jeszcze po dziś dzień kresowe świątynie w Trembowli i Husiatynie, których cmentarze otaczają mury obronne z otworami strzelnic i z basztowemi wieżyczkami.

W znaczniejszym stopniu warowne były siedziby klasztorne, które wyglądem swym przypominały nie raz i obronne zamki. Mury obwodowe o znacznej zwykle wysokości miały obronną bramę, strzelnice i baszty, nie raz i narożne występy, a i same budynki klasztorne łącznie z kościołem współdziałały w obronie. Do tego celu służyły wieże, ściany attyk z otworami strzelnic i t. p. zaś wieża kościelna była najczęściej wartownią dla obronnej siedziby. Stopień tej warowności klasztorów był rozmaity i zależny był od ich usytuowania. Gdy klasztor znajdował się w środku miasta, wtedy mury jego służyły tylko do oddzielenia zakonników od życia świeckiego; już jednak na przedmieściach musiał klasztor zmieniać się z konieczności na miejsca warowne, jeśli nie miał ulec zniszczeniu, lub rabunkowi przy pierwszym ataku wroga. O ileż lepiej musiały obwarowywać się klasztory i monasteria ziem kresowych, zwłaszcza na wschodnich rubieżach, niepokoionych ustawicznie napadami i łunami wojennych pożarów.

Tam regularna sztuka fortyfikacyjna zmieniała często siedzibę pobożnych mnichów w silne umocnienia, które stawały dzielnie opór we wojennej zawierusze.

Kościół i klasztor O. O. Bernardynów we Lwowie, jest typowym przykładem obronnego założenia na zewnątrz murów miejskich (czyli na przedmieściu); zabudowania jego grały w obronie miasta rolę wysuniętego fortu, który miał swe własne mury dość znacznej wysokości z rzędami wnekowych strzelnic obronnych, oraz z zewnętrznym beluardem, wzniesionym od strony dzisiejszego placu bernardyńskiego. Bezspornie i sama świątynia brała udział w obronie przy oblężeniu Lwowa; jej wieża zegarowa, wzniesiona od tyłu była i strażnicą dla obserwacji nieprzyjaciela okalającego klasztor od wschodu i południa. Znow okrągła sygnaturka, wyrastająca u szczytu dachu była dawniej basztą o smukłym barokowym hełmie, która pozostawała w łączności ze strychami świątyni, gdzie w murach parapetowych pozostały do dzisiaj rzędy niewielkich otworów czworobocznych, umieszczonych w obszernych niżowych wgłębieniach. Oddzielnie stojąca dzwonnica łączyła się z murami okólnymi w obronną całość; sam budynek klasztorny o potężnych szkarpowaniach ukośnych nie dochował już żadnych cech warownych, choć dawniej, ze względu na swe położenie, i on musiał współdziałać w obronie.

Gdy siedziba lwowskich Bernardynów jest przykładem podmiejskiego klasztoru warownego, to znow malownicze ruiny klasztoru Karmelitów bosych obok Starego Zagórza pouczają nas, jak się bronił i jak wyglądał taki klasztor, gdy mury jego wzniesiono w miejscu ustronnem, zdala od miasta i jego obwarowań. (Bochniak: Warowny klasztor Karmelitów bosych w St. Zagórzu). Była to niegdyś okazała siedziba zakonna, wznosząca się (dziś w ruinach) na wzgórzu nad rzeką Osławą. Świątynię i zabudowania klasztorne otaczają dookoła obronne mury ze strzelnicami. Na dziedzińcu zewnętrznym przed kościołem prowadzi szeroka podwójna brama z wartownią na piętrze, zaopatrzonem również w otwory strzelnic; dwie ukośne szpary broniły od dołu dojścia do sieni wjazdowej. Gdy napastnik sforsował to przejście, wtedy dostał się on pod flankowy ogień, idący z prostopadłego skrzydła klasztornego, oraz ze strzelnic, umieszczonych w murze wewnętrznego dziedzińca. Dojście do samego kościoła zamykał szaniec ziemny, usypany przed frontem świątyni. Z obecnych ruin trudno dziś już ocenić stopień obronności kościoła i klasztoru, trudno się jednak zgodzić z przypuszczeniem Bochniaka, że obronność siedziby tej polegała tylko na opasaniu jej wieńcem murów. Wogóle przejrzysty dotychczas podział na kościoły warowne same w sobie, oraz chronione tylko przez mury okólne nie jest odpowiedni, gdyż zazwyczaj obrona świątyni i klasztorów była podwójna, raz z linii murów i baszt, a powtóre ze samych budynków, tembardziej, jeśli ustronne położenie wymagało wzmocnionej warowności dla klasztornej siedziby.

Drugim wzorowym przykładem tego typu obwarowań jest okazały klasztor S. S. Norbertanek na Zwierzyniecu pod Krakowem, wraz z kościołem św. Augustyna. (Tekę Gr. konserwatorów Gal. Zach. Tom II). Klasztor ten, obronny samem położeniem pomiędzy Wisłą i bagnami, osłania się nadto wieńcem murów, baszt i występów z otworami strzelnic. Do tego jeszcze potężne ściany attykowe klasztornych zabudowań zbrojne są również w rzędy strzelnic, a nawet w jednej części zaopatrzone są w zębate blankowania średniowiecznego typu. Gdy jednak wzniesiony z dzikiego kamienia mur obwodowy sięga swem pochodzeniem czasów średniowiecza, to strzelnice attykowe powstały w wieku XVII. Wnekowe attyki, nawet i dwupiętrowe, wzmocnione ukośnemi przyporami, mają szeregi wąskich szpar strzelniczych, które widnieją również i na basztach klasztornych, łączących się w całość obronną z murami obwodowymi. Tak zatem w zwierzynieckim klasztorze okazały się arkadowane attyki w ścisłej łączności z wojenną architekturą. Odsłonięte części pięter budynku (od zachodu) mają nie-

wielkie tylko otwory okienek, (które również służyć mogły w potrzebie do obrony), a dopiero tam otrzymuje klasztor okna normalne, gdzie chroniony jest on zewnętrznym murem obronnym. Do szeregu klasztornych baszt, prostokątnych i okrągłych dołącza się także i wieża kościelna, wzniesiona od strony muru obwodowego dla współdziałania przy obronie.

Wiemy z historii, że fale potopu szwedzkiego rozbiły się po raz pierwszy nie o potężne obwarowania zamkowe, czy miejskie, lecz właśnie o skromne ufortyfikowania klasztoru O. O. Paulinów na Jasnej Górze. Rycina z „Nowej Gigantomachji“ (XVII. w.) przedstawia nam widok tej „warowni“, opasanej niskim murem, ze strzelnicami w parapetach i szkarpowymi występami na narożach. Zabudowania klasztorne, również wzmocnione szkarpami brały udział w obronie zapomocą narożnych baszt wieżowych, wyrastających poza anaulami murów. A i sama świątynia obronna była strzelistą wieżą, gdyż z jej otworów wysterczały armatnie paszcze, a pozatem ganek wieży służył jako wartownia w czasie oblężenia. Umocnienia zewnętrzne klasztoru dochowały się do dnia dzisiejszego w dobrym stanie. (Rys. 33. „Czasop. techn.“ 1927).

Inny znów wizerunek z dawnych czasów pokazuje nam kościół i klasztor Świętokrzyski na Łysej Górze o wysokim murze obwodowym z rzędem strzelnic z bramą obronną i przytykającą do niej basztą, która, podobnie, jak i sam klasztor, posiada otwory strychowe. Znów stary sztych z r. 1617 przedstawia klasztor św. Klary w Starym Sączu, chroniony murem o sklepionej bramie z potężną wieżą okrągłą, zwężającą się ku górze w czterech, piętrowych odsadach. Zakończenie tej wieży tworzyła nasada z hełmem i ostremi sterczynami, oraz ganek straży.

Niejednokrotnie jednak trudno ocenić, czy dany zbytek architektoniczny był rzeczywiście obronny, czy też tylko okazuje on pewne powierzchowne podobieństwo do warownych założeń. Takie zamarłe cechy obronne spotykamy nieraz przecież na wielu budynkach kościelnych, czy też świeckich, czyż zatem naprawdę Polska wieków minionych posiadała tak znaczną ilość warownych świątyń? Pouczającym w tej mierze jest znów dawny rysunek z roku 1657, który przedstawia oblężenie Piotrkowa przez Szwedów. Widzimy tam, jak dzielnie się bronił klasztor Franciszkanów; smugi dymów wykwitają najpierw ze strzelnic muru klasztornego, następnie wyżej z okien samych zabudowań, a nakoniec z otworów potężnej attyki szczytowej, która wieńczy okazałą czworoboczną basztę.

Lecz najlepszym, typowym przykładem obronnej siedziby zakonnej był kościół i klasztor Karmelitów w Berdyczowie, wzniesiony przez Janusza Tyszkiewicza w r. 1630 po powrocie jego z tureckiej niewoli. Napad i niewola ta nauczyły dobrze fundatora, jak należy zabezpieczyć dom Boży i zakonną siedzibę przed rabunkiem i zbezczeszczeniem. Toteż widzimy na rysunku z przed 100 lat, jak starannie obwarował się klasztor berdyczowski. (Rys. 33). Z pośród zabudowań klasztornych wyrasta czworoboczna świątynia, wystrzelając w górę strzelistą kopułą centralną. Przy wejściu wznosi się okazała dzwonnica, lecz dojście to było bardzo silnie bronione, gdyż zabudowania otoczone są wysokimi murami, o dwu, a nawet trzech rzędach strzelnic obronnych! Nic dziwnego, że mury te, przy swej znacznej wysokości otrzymały potężnie szkarpowane wzmocnienia. Stopień obronności powiększają baszty narożne, oraz rzadkie u nas wykusze ze strzelnicami. Widzimy dalej, że budynek przylegający bezpośrednio do murów, otrzymał również ukośne przypory, a dostęp z tej budowy do czworoboku właściwego klasztoru ujęty został potężną arkadą sklepionego mostu. Tak wyglądał klasztor kresowy na Ukrainie, o mury którego rozbiły się niejednokrotnie fale wrażliwych napastników.

I kresowe ziemie Wołynia posiadały również warowne domy Boże; dochowanym zabytkiem tego typu jest dawny kościół i klasztor Franciszkanów, wzniesiony w Międzyrzeczu wołyńskim przez Janusza ks. Ostrońskiego w r. 1606—1609. Sama świątynia o gotyckiej jeszcze strukturze, została niefortunnie przerobiona na prawosławną cerkiew w czasach zaborów. Otóż niewielki budynek klasztorny, zrośnięty w całość z kościołem posiada potężne baszty okrągłe na narożach; te narożne wieżycy o stożkowych dachach zaopatrzone są aż w trzy kondygnacje strzelnic obronnych. Ponadto zabudowania ujęte są wieńcem klasztornych murów, tak że całość wygląda raczej jak zamek, a nie jak zakonna siedziba. (Rys. 32).

Klasztorów i kościołów obronnych było w dawnej Polsce dużo, zwłaszcza ziemie graniczne obfitowały we wzorowe zabudowania tego typu. I dziś jeszcze można spotkać, gdzieś tam, a zwłaszcza we Wschodniej Małopolsce świątynie i klasztory z resztkami obwarowań. W pierwszym rzędzie dochowało miasto Jarosław znaczną ilość zabytków obronnego budownictwa kościelnego. I tak na jednym wzgórzu wznosi się kościół farny (Jezuitorów), którego wieńiec warownych murów tworzył uzupełnienie obwarowań miejskich. Na drugim wzniesieniu wysterczają znów dwie ośmioboczne wieżycy okazałego kościoła św. Anny (klasztor P. P. Benedyktyniek); wieże te taksamo służyły do obrony, jak i warowne mury obwodowe z rzędami strzelnic, wzmocnione wielobocznymi basztami na narożach, które broniły murów ogniem flankowym. (Rys. 28). Nakoniec w miejscu trzecim wznosi się obronny również dawniej kościół i klasztor Dominikanów; w ten sposób te trzy warowne klasztory łączyły się w całość obronną z murami Jarosławia, podobnie jak obwarowania klasztorne Bernardynów we Lwowie. Kościół św. Ducha (dziś luterski) w Jarosławiu posiada inkastellację, wytworzoną przez umieszczenie rzędów strzelnic armatnich tak w ścianach parapetowych strychu, jak też i we frontonie szczytowym. (Rys. 30). Inaczej broniły się tamtejsze kościoły św. Mikołaja i Jana, które (według Sokołowskiego) kryły się we wiekach minionych poza ziemnymi wałami, o wysterczających narożnikach.

Również i w Sanoku umacniały zabudowania kościelne i klasztorne fortyfikacje miasta; był to klasztor Bernardynów o podwójnych murach z basztami, oraz kościół farny, ujęty wielobokiem murów i wież narożnych. Łączność z murami miasta okazywał także i kościół Karmelitów w Bydgoszczy, którego wieża była uprzednio basztą obronną mostu gdańskiego i po przerobieniu na dzwonnice, otrzymała nadbudowę piętra z renesansowymi szczytami. W Przeworsku są dwa kościoły obronne, mianowicie fara z wysoką wieżą strażniczą, otoczona resztkami murów z otworami strzelnic, oraz kościół i kl. Bernardynów, którego obwarowanie tworzy smukła wieża strażnicza o zarysie ośmioboku (za wąską na pomieszczenie dzwonów) oraz wieńiec rowów i obronnych murów z drogą straży i strzelnicami (koniec XV. wieku). W Przemyślu zasługuje na wzmiankę kościół Reformatorów, wzniesiony w XVII. wieku poza obrębem murów miasta; toteż z konieczności otrzymał on mur obwodowy z czterema basztami.

Sokal zachował dwa klasztory obronne, a mianowicie klasztor Bernardynów, z wieżą strażniczą, przechodzącą w ośmiobok i podwójnym (dawniej) wieńcem murów z basztami i bramami. Dziś jedna z tych bram, oraz pilastrowane ściany attyk kryjących dachy klasztorne, świadczą o dawnej warowności budowy (XVII. w.). Kościół farny (dawniej kl. Brygidek) wznosi się opodal, za mostem; wzniesiony wraz z klasztołem w XVII. w. opasał się on również murem, z okrągłymi basztami na narożach i bramą sklepioną; tak brama, jak i baszty sokalskie są przykryte ogniotrwale kamiennymi

kopułkami. W Kutkorzu na wysokim brzegu Pełtwi stoi klasztor Kapucynów, zamknięty również obronnym murem z basztą. Tak samo chroniony murami jest kościół Bernardynów w Brzeżanach, gdyż znalazł się on na samotnym wzniesieniu poza miastem.

Kościół i klasztor Karmelitów w Trembowli z r. 1685 otaczają również mury z basztami obronnymi, przyczem baszty te, wzniesione na narożach, mają dwa piętra strzelnic i kamienne hełmy w kształcie ostrosłupów (motyw wschodni). Widzimy zatem, że kresowe klasztory warowne były bardzo liczne i trzymały się jednego typu obronnego; tak zatem kościół i klasztor Bernardynów w Zbarażu, wzniesiony naprzeciw zamku, posiada mury obwodowe ze strzelnicami i z rozłożystą basztą-dzwonnicą; nadto łączy klasztor ten podziemne kurytarze bezpośrednio ze zamkiem, jako przykład współdziałania zamku i klasztoru przy obronie. Nakoniec kościół w Czortkowie-Wygnance otoczony był wraz z klasztorem Dominikanów obronnymi murami, w obrębie których kryła się ludność w czasie najazdu i oblężenia. Tak zatem ówczesny typ obronnego klasztoru ziem kresowych polegał na zamknięciu budowy wielobokiem murów z basztami na narożach i rzędami otworów strzelniczych.

Jeszcze w epoce późnego baroku (koniec XVII. i początek XVIII. wieku) cechy obronne budownictwa kościelnego nie zanikały, lecz trwały, uwydatniając się nawet i na samych budynkach kościelnych.

Widzimy zatem barokową świątynię Bernardynów w Leżajsku, z którego murów okólnych wysterczają wysokie baszty, u góry osmioboczne. Wieże te, u dołu silnie szkarpami umocnione, mają na poddaszu prawidłowe wykroje strzelnic (szpara pionowa i kolisty otwór); również i w murach widnieją szeregi otworów strzelniczych. (Rys. 34). Także i barokowy kościół Karmelitów w Bołszowcach posiadał obronną bramę wieżową ze zwartym wieńcem murów, które zabezpieczały świątynię i klasztor (zniszczone w czasie ost. wojny). Typem założeniem jest kościół w Bóbrce koło Lwowa. (Zubrzycki: Warowny kościół w Bóbrce). Jestto jednonawowa świątynia barokowa, która posiada rzędy strzelnic strychowych od czoła, wzdłuż obu naw i nad prezbiterjum, wraz z niżowemi wgłębieniami od wnętrza. I samo wnętrze świątyni wyzyskane było do obrony przez piętro, emporowe przejścia, wciśnięte pomiędzy przyporami sklepień. Empory te, złączone w jedną całość przez przepručie filarów, miały służyć do obrony przed bezpośrednim atakiem z cmentarza, gdy strzelnice dachowe używane były przy strzałach na dalszą metę, a dachowa sygnaturka łącząc się ze strychem była punktem obserwacyjnym dla obrońców. Przy tej sposobności zaznaczamy, że trudno nam zgodzić się z zapatrywaniem prof. Zubrzyckiego, które umniejszają znaczenie obronnych świątyń, i wyszukują wpływy aż ze Siedmiogrodu, jak też nie można przyznać racji Sokołowskiemu, który obronność świątyń ograniczał tylko do strzelnic na kościelnych strychach. Przytoczone przez nas licznie przykłady mówią same za siebie o znacznie wyższym stopniu różnorodnej nieraz warowności kościołów w Polsce.

Okazale kończy szereg warownych zabytków kościelnych klasztor Dominikanów w Podkamieniu; wzniesiony w połowie XVIII. wieku na wyniosłym wzgórzu opasał się on wieńcem potężnych murów o zarysie gwiazdy z ostrymi anaulami i okrągłemi basztami. Te obwarowania i niedostępne położenie chroniły dostatecznie siedzibę klasztorną przed atakiem, zaś wyniosła wieżycza służyła w niebezpieczeństwie za strażnicę obronnego miejsca. Tak zatem romańskie „castellum“ z zamierzonych czasów średniowiecza i późnobarokowa świątynia z XVIII. wieku jednakowo zbroiły się przed napadem wroga, tworząc ostoję naszej wiary i zachodniej kultury przed zalewem barbarzyństwa.

Dotychczas omówiliśmy cechy obronne murowanych świątyń; nie wynika jednak z naszego opisu, że drewniane kościółki staropolskie były bezbronne wobec napadu wroga. W rzeczywistości we wiekach średnich należały budynki murowane do rzadkości, a jeśli i zamki drewniane stawiały skutecznie opór nawet i w czasach użycia broni palnej, to i drewniane kościoły mogły również być odpowiednio obwarowane. Nic jednak pewnego nie możemy o tem powiedzieć, ponieważ zabytki drewniane z powodu nietrwałości materiału sięgają swym pochodzeniem XVIII. a najdalej XVII. wieku, gdyż już budynek drewniany nie miał żadnego znaczenia obronnego wobec ognia armatniego. Pozostają nam zatem tylko przypuszczenia i wnioski, nieoparte dowodami. Przypominamy zatem, że dawny typ romańskich kościołów z wieżą frontową i prostokątem nawy, tworzył budowę zwartą, niedostępną i dobrze nadającą się do obrony. Otóż to samo założenie zachowały drewniane kościółki barokowe, opierając się na prastarej tradycji polskiego budownictwa. Wieża czołowa o ukośnych ścianach i rozszerzonej u góry nasadzie, (makowica) dochowała przede wszystkim dawne cechy obronne, gdyż podobne wieże drewniane (w słupy i zastrzały) widzimy na dawnych wizerunkach kościoła św. Gertrudy w Krakowie i obronnej świątyni św. Michała na Skałce. Podobieństwo to jest wprost uderzające i upoważnia do przypuszczeń, że drewniana wieża kościelna była w średniowieczu prosto basztą obronną. Że zaś watek ścian był wieńcowy, układany z grubych belek poziomych, przeto mógł on stawić opór wobec prymitywnych środków ataku, który zatrzymywały nadto rowy i ogrodzenie cmentarza. Bardzo często stała dzwonnica drewniana oddzielnie na cmentarzu na osi wejścia, lub też na narożu ogrodzenia i wtedy to wieża grała rolę baszty obronnej i strażnicy nawet i dla murowanej świątyni. Słusznie zatem uważa Gloger w swem „Budownictwie drzewnem“ skarpową pochyłość ścian i nadwieszoną galerję górną, za szczegóły, które przypominają obronność dawnych baszt drewnianych; charakter obronny tych baszt kościelnych zachował się w kształtach i był naśladowany aż do czasów późniejszych, gdy wieża uzyskała przeznaczenie na pomieszczenie dzwonów kościelnych. (Rys. 21).

Wieże takie były zwykle czworoboczne, otrzymując w górnej nasadzie arkadowane galeryjki słupowe (Raciborowice), rzadziej miały zarys osmioboczny (Gromnik), a niekiedy wyrastały z kamiennego podmurowania, które zabezpieczało dół wieży przed uszkodzeniem. Dzwonnice w Jędrzejowie i w Słomniskach mają piętro arkady, wysunięte na drewnianych kroksztynkach, przypominają zatem żywo średniowieczne machikuły obronne. Najbardziej typową dzwonicą basztowego typu dochował gotycki kościół w Bochni, ma ona bowiem i podbudowę z daszkiem fartuchowym i ukośne ściany oraz rozszerzoną makowicę ze smukłym hełmem. Podobnego typu jest wieża kościelna w Jordanowie, zaś brama świątyni w Mogile z dwiema furtami i przejazdem wyrasta we wieżycę z hełmem, na kształt wież wrotnych w zamkach staropolskich. Znow gotycki kościół w Beszowej zachował drewnianą dzwonicę z XVII. wieku ustawioną na rogu cmentarza, o ukośnych ścianach i otwartej od dołu nasadzie. Gdy jeszcze dodamy, że na starym widoku Łowicza z XVII. w. widać drewnianą dzwonicę (w 7 słupów) na kraju ogrodzenia kolegiaty, której odpowiada po drugiej stronie murowana baszta attykowa, i że widać tam takąż wieżę i przy kościele św. Ducha, to możemy z pewnem prawdopodobieństwem wnioskować o obronnem pochodzeniu drewnianych wieżyc kościelnych. Niekiedy znow oglądać można na starych rysunkach wieże, których słupowa konstrukcja nie jest u dołu nawet osłonięta deskami, lecz zupełnie widoczna (n. p. w Mogilanach), tak, że wieża taka przypomina

bojnicę, przystawianą do palisady obronnego ogrodzenia, o wystającej ponad ogrodzenie nasadzie.

Niektóre kościoły drewniane zachowały wieże o charakterystycznym zwieńczeniu z narożnych wieżyczek na makowicy, przez co wieża taka tembardziej upodabniała się do warownej baszty. (Komorowice obok Białej i Pałczowice koło Żatora). (Rys. 24). Gdzieindziej, jak w Mikulszycach (Śląsk) baszta wieżowa jest tylko luźnie przystawiona do frontu świątyni, zachowując w ten sposób swe odrębne przeznaczenie.

Przekonałiśmy się zatem, że dawne kościoły polskie były bardzo często obronne i że warowność ich datowała się od zamierzchłych przedromańskich jeszcze czasów. Widzieliśmy dalej, że stopień obronności zależny był od wielu warunków, od położenia, epoki i t. p. Znane są nam świątynie, które broniły się zwartością swej budowy i mocą swych grubych murów; inne znów skupiały obronę w potężnych średniowiecznych wieżach. Świątynie zamkowe lub sąsiadujące z murami miasta miały warowność częściową, polegającą na współdziałaniu z obroną zamku, lub miasta. Znów kościoły i klasztory, wzniesione z dala od miast i grodów, upodabniały się do potężnych założeń zamkowych z rowami, wałami i basztowymi murami; ponadto zbroiły się same w sobie ukosem szkarpowani, nasadami attyk i strzelistymi wieżami. A gdy nie zacho-

dziła już potrzeba obwarowania domu Beżego, to nieraz posiadał kościół cechy obronne, lecz już zamarłe i nieprzydatne, naśladowane tylko i przetwarzane z zabytków obronnego budownictwa. Cechy te zrosły się z polskim budownictwem, gdyż uwidaczniały się nie tylko w budowach kościołów i klasztorów.

Cała Polska czuwała zawsze z bronią w rękę, gotowa do odparcia ustawicznie grożących najazdów, toteż warowały się nie tylko grody i miasta całe, ale świątynie, domy, bożnice, dwory wiejskie a architektoniczne ukształtowanie było w znacznej mierze zawisłe od ich stopnia obronności. Szkoda wielka, że te obronne cechy zabytków naszego budownictwa zatarły się i zaniknęły w znacznej już mierze, zniszczone zębem czasu, niwelowane w czasie rekonstrukcji. Dlatego też dziś trudno już dać nam dokładny obraz warowności polskiego budownictwa; ginie on bowiem z przed naszych oczu, osłoniiony mgłami minionej przeszłości.

Uwaga: Prostuje się brzmienie wierszy 31, 32 i 33 na str. 251 szpalta lewa, Nr. 15 w sposób następujący: „łączyły się z kompleksem zabudowań grodowych. Świątynie zamkowe były często niedostępne dla okolicznej ludności, albo też niekiedy dla niej zbyt szczupłe, dlatego też powstają z czasem i oddzielne“.

Inż. Dr. Alfons Chmielowiec.

Napięcie i zwis cięgien napiętych.

W artykule p. t. „Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektrotechnice i miernictwie“¹⁾, na który powoływać się będziemy skrótem M. c. r., nazwaliśmy cięgnami elementy konstrukcyjne, zdolne do przeniesienia w kierunku swej długości tylko sił rozciągających np. nici, lina, łańcuch. Podzieliliśmy je na swobodne, których zwis jest tak wielki, że zmiana temperatury i wydłużenie sprężyste nie grają roli i napięte, których długość równa jest praktycznie cięciwie, względnie, u których różnica długości łuku i cięciwy jest wielkością małą, tego samego rzędu co wydłużenie sprężyste i termiczne. Dla cięgien napiętych, dla wyznaczenia napięć i zwisu ustawiliśmy system równań trzeciego stopnia o dwu niewiadomych (por. równ. 87 i następne M. c. r.). Celem dokładnego rozwiązania tych równań ustawiliśmy przybliżone równanie (86), o jednej niewiadomej. Często też poprzestawaliśmy na rozwiązywaniu tego przybliżonego równania. Błąd jego jednak jest dość znaczny przy cięgnach stromych.

W przykładzie (17) wynosi on 21%. Można przecież ustawić równanie podobne do (86), ale pozbawione tego błędu. Innymi słowy można system równań o dwu niewiadomych, z których tylko jedna jest nam potrzebna, zastąpić jednym równaniem o jednej niewiadomej. W tym celu posłużymy się równaniem (e), następującem po równaniu (36) M. c. r., wyprowadzonym dla cięgien swobodnych o podporach nierównych (t. j. nierówno wysokich). Brzmi ono:

$$\frac{\sin \alpha}{a} = k_4, \quad (1)$$

przyczem:

$$a = \frac{l}{2 \alpha}, \quad (2)$$

$$\text{zaś: } k_4 = \frac{\sqrt{s^2 - h^2}}{l}. \quad (3)$$

W równaniach (1), (2) i (3) oznacza:

s — długość cięgna,
 l — rozpiętość cięgna, t. j. poziomą odległość podpór,

h — różnicę wysokości podpór,
 a — parametr łańcuszkowej.

Jeżeli oznaczymy cięciwę przez d , to:

$$d^2 = l^2 + h^2. \quad (4)$$

W cięgnach napiętych różnica:

$$e = s - d \quad (5)$$

długości cięgna i cięciwy jest wielkością bardzo małą.

Zatem można napisać:

$$s^2 = d^2 + 2de,$$

zaś z uwagi na (4):

$$s^2 - h^2 = l + 2de,$$

$$\text{więc: } \sqrt{s^2 - h^2} = l + \frac{d}{l} e.$$

$$\text{Wg. (3) } k_4 = 1 + \frac{d}{l^2} e. \quad (6)$$

Ponieważ a jest b. małe, więc można przyjąć (wg. (8) M. c. r.):

$$\frac{\sin \alpha}{a} = 1 + \frac{\alpha^2}{6}. \quad (7)$$

Wg. (1) z porówn. (6) i (7) otrzymamy:

$$\frac{\alpha^2}{6} = \frac{de}{l^2}. \quad (8)$$

W cięgnach napiętych wygodniejszy od a jest skrót:

$$\lambda = \frac{l}{a}. \quad (9)$$

Wg. (2) i (9) $\alpha = \lambda : 2$. Podstawmy to w (8) a zarazem:

$$p = \frac{d}{l} = \sec \varphi, \quad (10)$$

przyczem φ jest to kąt nachylenia cięciwy, to otrzymamy:

$$\lambda^2 = 24 p \frac{e}{l}. \quad (11)$$

Jeżeli ω jest współczynnikiem rozszerzalności, to wydłużenie cięgna z powodu podniesienia temperatury o t wynosi:

$$\Delta s_t = s \omega t. \quad (12)$$

¹⁾ *Czasop. Techn.* 1931, Nr. 2-6.

Jeżeli oznacza:

E — moduł Younga,
 F — przekrój cięgna,
 N — napięcie cięgna,

to wydłużenie sprężyste:

$$\Delta s_E = \frac{N}{EF} s. \quad (13)$$

Jeżeli c jest ciężar jednostkowy cięgna, to składowa pozioma napięcia (wg. 19 M. c. r.):

$$H = c \cdot a. \quad (14)$$

Z drugiej strony jest:

$$N = p \cdot a, \quad (15)$$

(por. (18a) M. c. r.). Jeżeli jeszcze wprowadzimy skrót:

$$\delta' = \frac{cs}{EF}, \quad (16)$$

to z powodu (14), (15) i (16) będzie wg. (13):

$$\Delta s_E = p \delta' a. \quad (17)$$

Równ. 1) tylko wtedy możemy zastosować do cięgien napiętych, jeżeli przez s rozumiemy już długość wydłużoną termicznie i sprężysto. Równanie (5) przyjmie tedy postać:

$$e = s - d + \Delta s_t + \Delta s_E. \quad (18)$$

Nazwijmy:

$$\varepsilon = \frac{s-d}{d} + \omega t, \quad (19)$$

to:

$$\frac{e}{d} = \varepsilon + p \delta' \frac{a}{d},$$

zaś wg. (10):

$$\frac{e}{l} = \varepsilon p + p \delta' \frac{a}{l}.$$

Podstawmy to w (11), to z uwagi na (9):

$$\lambda' = 24 p \left(\varepsilon p + p \frac{\delta'}{\lambda} \right).$$

Dla wyznaczenia λ mamy więc równanie 3-go stopnia:

$$\lambda^3 - 24 p^2 \varepsilon \lambda = 24 p^2 \delta', \quad (20)$$

przyczem wg. (10) i (4):

$$p^2 = 1 + k^2, \quad (21)$$

jeżeli:

$$k = h : l. \quad (22)$$

Podstawmy:

$$z = 10 \lambda. \quad (23)$$

$$\alpha = -24 \varepsilon p^2 \cdot 100$$

$$\beta = 24 \delta' p^2 \cdot 1000,$$

to zamiast (20) będzie: $z^3 + \alpha z = \beta. \quad (24)$

Wg. (9) i (14):

$$H = c \frac{l}{\lambda},$$

zaś wg. (15):

$$N = c \frac{pl}{\lambda} = \frac{cd}{\lambda} = \infty \frac{cs}{\lambda}. \quad (25)$$

Jest to średnia wartość napięcia albo w przybliżeniu napięcie w połowie wysokości cięgna. Napięcie N_2 w punkcie najwyższym będzie (wg. 20 M. c. r.) większe w przybliżeniu o:

$$\Delta N = \frac{ch}{2}, \quad (26)$$

więc:

$$N_2 = N + \Delta N. \quad (27)$$

Największe naprężenie: $\sigma_2 = N_2 : A. \quad (28)$

Dla strzałki (zwisu), przez którą rozumiemy największą pionową odległość cięgna od ciężki, albo, w przybliżeniu, pionową odległość w środku rozpiętości, wprowadziliśmy równanie (M. c. r.):

$$f = \frac{1}{8} p \lambda l$$

Ale

$$pl = d = \infty s,$$

zatem

$$f = \frac{1}{8} \lambda s. \quad (29)$$

Przykład. $l = h = 50 \text{ m}$, $s = d$.

Lina ze stali: $E = 21500 \text{ kg/mm}^2$, $\omega = 14 \cdot 10^{-6}$, $t = -20^\circ$, $F = 20 \text{ m}^2$, $c = 0,9 \text{ kg/m}$ (por. przykład 17 M. c. r.).

Wg. (22) $k = 1$, wg. (21) $p^2 = 2$.

Wg. (19) $\varepsilon = -20 \cdot 14 \cdot 10^{-6} = -2,8 \cdot 10^{-4}$,

$$24 p^2 \varepsilon = -24 \cdot 2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-4} = -13,44 \cdot 10^{-3}.$$

Wg. (4) $d = s = 50 \text{ m}$, $\sqrt{2} = 70,75 \text{ m}$.

Wg. (16) $\delta' = \frac{0,9 \cdot 70,75}{21500 \cdot 20} = 1,48 \cdot 10^{-4}$,

$$24 p^2 \delta' = 24 \cdot 2 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4} = 7,11 \cdot 10^{-3}.$$

Wg. (23) i (24) $z^3 + 1,344 z = 7,11$, stąd $z = 1,69$, zaś wg. (21) $\lambda = 0,169$.

W przykł. 17 M. c. r. wartość poprawiona $\lambda = 0,1674$. Różnica tak mała, że poprawność równ. (20) jest widoczna.

$$\text{Wg. (25)} \quad N = \frac{0,9 \cdot 70,75}{0,169} = 377 \text{ kg}$$

$$\text{" (26)} \quad \Delta N = \frac{0,9 \cdot 50}{2} = 22,5 \text{ kg}$$

$$\text{" (27)} \quad N_2 = 399,5 \text{ kg (40t)}$$

$$\text{" (28)} \quad \sigma_2 = 399,5 : 20 = \infty 20 \text{ kg/mm}^2 \text{ (20,2)}$$

$$\text{" (29)} \quad f = \frac{1}{8} \cdot 0,169 \cdot 70,75 = 1,49 \text{ m (1,49)}.$$

W nawiasach wartości dokładne wg. przykładu 17 M. c. r.

Na zagadnienia tego rodzaju możemy natrafić przy projektowaniu przewodów elektrycznych wielkich radiostacji nadawczych i zakotwienia ich masztów (por. przykład 18, projektowanie i 19, podpory sprężyste M. c. r.).

Inż. Witold Rosner.

O jednoczesnym spalaniu węgla i gazu ziemnego.

W Nr. 9 *Czasopisma Technicznego* z d. 10 maja 1931 r. ukazał się artykuł opracowany przez p. Wiktora Wiśniowskiego pod powyższym tytułem, który nasunął mi poniższe uwagi.

1. Wydajność paliwa.

We wstępie do powyższego artykułu wprowadza autor pojęcie „wydajność paliwa“. Określenie to budzi następujące zastrzeżenia:

a) Według autora „wydajność paliwa“ ma charakter sprawności. Tymczasem przez słowo wydajność rozumiemy ilość produkcji jakiego urządzenia czy zakładu w jednostce czasu, np. kocioł o wydajności pary 10 t/h, chłodzarka o wydajności jednego miliona kal/h.

Wprowadzona przez autora „wydajność paliwa“ nie jest związana z czasem, nie odpowiada więc utartemu znaczeniu tego wyrażenia.

b) Autor wprowadza w miejsce sprawności urządzeń kotłowych nowe pojęcie „wydajności paliwa“, które ma pozwolić na lepsze ocenianie wartości paliwa. Uzasadnia to, niezbyt jasno tem, że wyzyskanie użyteczne wartości opałowej paliwa zależy wybitnie od charakteru samego paliwa. Dalej „wydajność paliwa“ ma umożliwiać ustalenie kosztu paliwa oraz porównywanie paliw bez uwzględniania urządzeń opalanych tymi paliwami.

Z wywodami autora zgodzić się nie można, gdyż wykorzystanie paliwa zależy nie tyle od jego charakteru, ile od dostosowania urządzenia paleniskowego do danego paliwa. Raczej rodzaj paliwa jest rzeczą drugorzędną, gdyż każde paliwo potrafimy należycie wyzyskać, jeżeli tylko urządzenie paleniskowe będzie należycie dobrane i obsługiwane.

Mówienie o wykorzystaniu paliwa w oderwaniu od urządzeń paleniskowych, a także i od odbiorników ciepła jest wprost niemożliwe.

Autor zastosował w opracowaniu wyników pomiarowych „wydajność paliwa“ obliczaną drogą odjęcia od stu procentów sumy strat: termometrycznej spalin i niecałkowitego spalania w procentach, w tym celu, by usunąć wpływ rodzaju instalacji kotłowej. Jest to niesłuszne, gdyż strata termometryczna spalin zależy przede wszystkim od paleniska t. j. od nadmiaru powietrza, a następnie od typu odbiornika i jego stanu.

Jeżeli chodzi o porównanie kosztów ruchomych różnych paliw, to wprowadzone przez autora, wydajności paliwa nie dadzą nam odpowiedzi. Ekonomiczną stronę urządzeń kotłowych można oceniać tylko na podstawie całkowitych kosztów wytworzonej tony pary lub miljona kalorii w parze, to jest z uwzględnieniem poza paliwem kosztów napędu urządzeń pomocniczych, napraw, obsługi, jak również kosztów kapitału inwestycyjnego i t. d.

2. Metoda przeprowadzania pomiarów.

Dla porównania wyników opalania kotła węglem, gazem ziemnym lub kombinacjami obu paliw oparł się autor na wprowadzonej przez siebie „wydajności paliwa“, której określenie przytoczyłem powyżej.

Ten sposób wymaga bardzo pewnej i dokładnej analizy spalin. W całym bowiem szeregu pomiarów i badań przeprowadzonych przez Instytut Termiczny Stowarzyszenia Dozoru Kotłów zostało stwierdzone, że spaliny pochodzące ze spalania gazów ziemnych zawierają normalnie pewien procent węglowodorów, prawdopodobnie metanu. Strata zaś tem spowodowana wynosi kilka do kilkunastu procentów, rzadko tylko zbliża się do zera.

Kocioł badany w rafinerji S. A. „Galicja“ w Drohobyczu posiada komorę starego typu dla opału węglowego, a zupełnie nieodpowiednią dla opalania gazem (niską,

o małej objętości), droga płomienia od palnika do opłomek jest bardzo krótka. W czasie pomiarów — jak autor artykułu zaznaczył — gaz palił się płomieniem silnie świecącym. Trudno spodziewać się, by spalanie gazu było zupełne w tych warunkach. Musiała więc niewątpliwie występować strata. W tabeli z wynikami pomiarów nie są podane zawartości metanu, względnie węglowodorów w spalinach, należy więc przypuszczać, że nie były one oznaczone, chociaż autor uwzględnia we wzorze stratę wskutek zawartości węglowodorów w spalinach. W takim razie wyników pomiarów dla opału gazowego nie można wogóle porównywać z wynikami dla węgla, gdyż nie uwzględnione są w nich wszystkie straty niezupełnego spalania. Prawdopodobnym jest, że rzeczywista różnica sprawności kotła przy zmiennym stosunku gazu do węgla przedstawiała się mniej korzystnie dla gazu, niżby wynikało z podanych przez autora wydajności paliwa.

Za jedyną pewną metodę przeprowadzania podobnych pomiarów uważam sposób, polegający na obliczaniu szczegółowego bilansu cieplnego dla każdego punktu pomiarowego. Na tej tylko drodze można być pewnym, że nie zostały popełnione nieprzewidywane błędy.

Jak wynika z powyższego, praca p. Wiśniowskiego nasuwa poważne wątpliwości, tak co do teoretycznego ujęcia zagadnienia, jak i co do metody przeprowadzenia pomiarów oraz interpretacji wyników. Sprawa poruszona w omawianym artykule nabiera obecnie coraz większego znaczenia w miarę rozpowszechniania się stosowania gazów ziemnych, i wobec tego, że wyprowadzone w artykule wnioski mogą być użyte, jako wytyczne przy projektowaniu palenisk gazowo-węglowych, przestrzegam przed bezkrytycznym ich pojmowaniem.

Wiadomości z literatury technicznej.

Miernictwo.

— Pomiar podstawy dla siatki triangulacyjnej, przeprowadzony drutami inwarowymi, opisany jest przez G. Clauss'a w sprawozdaniach bawarskiej Akademii Nauk z r. 1930. Przy zakładaniu nowej siatki bawarskiej obrano podstawę na gościńcu Dachau i Schleissheim długości około 6,300 m.

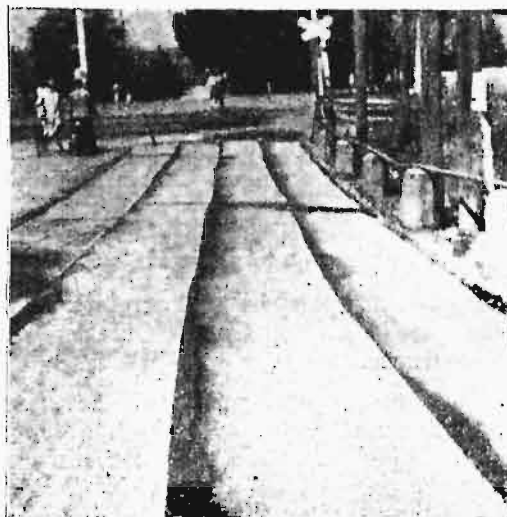
Wprawdzie zarówno Pruski Instytut Geodezyjny jak i Oddział Triangulacyjny pruskiego „Landesaufnahme“ opowiedziały się za pomiarem łałą Bessela, mimoto jednak, zachęcony dobrymi wynikami innych państw, zdecydował się na pomiar drutami inwarowymi Jaederina. Ponieważ siatka miała być złączona z pruską, przeto dla zachowania jednolitości użyto dla komparacji drutów podstawy kontrolnej 1248 m długiej, pomierzonej łałami Bessela. Pomiar ten trwał 4 dni. Zajętych było 55 osób, w tem 17 inżynierów mierniczych. W godzinie mierzono średnio 156 m, średni błąd pomiaru na 1 km wynosił $\pm 1,57$ mm. Do pomiaru właściwej podstawy użyto 3 drutów Jaederina, które komparowano przed i po pomiarze podstawy na bazie kontrolnej. Różnice między temi komparacjami nie przekroczyły 0,04 mm tak, że można przyjąć, że druty w czasie pomiaru nie zmieniały swej długości. Podstawa długości 6,288 m podzielona została na 5 odcinków znakami (centrami) podziemnymi. Każdy odcinek mierzony był dwukrotnie tym samym drutem tam i z powrotem. Przy pomiarze zajętych było 30 osób, w tem 11 inżynierów mierniczych. Średnio na godzinę mierzono 1 drutem 545 m. Błąd średni obliczony ze 6 pomiarów całej podstawy wynosi $\pm 3,4$ mm tj. 1 : 1, 850.000.
K. W.

Drogi.

— Wykonanie nawierzchni z wkładką jutową opisuje W. Drück w Nr. 9/31 *Asphalt u. Teer*.

Już przed kilku laty rozpoczęto w Stanach Zjedn. (South Carolina, gdzie w r. 1928 wykonano 70 mil drogi tego typu)

używać do utrwalenia nawierzchni drogowej wkładek z tkanin, przyczem z uwagi na lokalne stosunki użyto tam do tego celu bawełny. W Niemczech zdecydowano się na wykonanie podobnego eksperymentu w Württembergji w miasteczku Neckarsulm. Ze względu na koszt użyto jednak zamiast bawełny tkaniny jutowej. Sposób wykonania był następujący: Nawierzchnia tłuczniowa została naprawioną i wywałowaną, poczem po dokładnem jej oczyszczeniu w dniu ciepłym rozlano gorący spramex w ilości około 1 l/m². W miękką warstewkę bitumu włożono następnie tkaninę jutową (245 gr/m²) w pasmach podłużnych równoległe do osi drogi w długościach 8—10 m, przyczem poszczególne pasy nakładane były na siebie na szerokość około 10 cm.



Na tak osłoniętej jucie jezdni rozlano ponownie około 1 1/2 l/m² spramexu, który przesiąknął jute i przykrył ją zu-

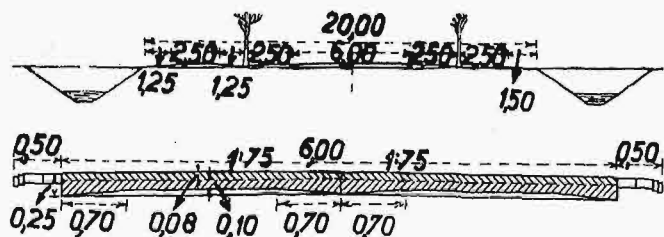
pełnie szczelnie, a wreszcie przysypano całość grysem bazaltowym $\frac{8}{12} m/m$, oraz zawałowano wałem motorowym.

Czy rezultat z powyższego sposobu będzie dodatni, na razie jeszcze nie wiadomo; doświadczenia wykonane jednak z tym typem w Ameryce dowodzą, że ułożona wkładka zapobiega tworzeniu się fal i pęknięć, a nadto stanowiąc pewnego rodzaju rusztowanie dla poszczególnych elementów jezdni, ujednostajnienia niejako jej wewnętrzną strukturę. Ażeby tkanina to zadanie spełniła musi być jednak dokładnie przepojona bitumem a nadto szczelnie przykryta.

— Nowo wykonaną drogę betonową w Holandji opisuje P. W. Scharroo w Nr. 7/31 *Die Betonstrasse*.

Holandja posiada na razie nie wiele dróg o nawierzchni betonowej. W sieci 25500 km (z czego 2350 km dróg państw.) znajdowało się do początku r. 1931 zaledwie 87 km jezdni betonowych o powierzchni 524.000 m².

Obecnie wykonano wzorowo nową przestrzeń o długości 3·2 km w prowincji Utrecht z Soestdijk do Bilthoven. Całość drogi ma szerokości 20 m, z czego 6 m przeznaczono na jezdnię betonową. Z obu stron tej jezdni ułożone są pobocza z klinierów po 0·50 m szerokie. Poza jezdnią znajdują się wyłożone płytami betonowymi pasma dla cyklistów oraz pasmo do jazdy konnej 2·50 m szerokie.



Jak z przekroju poprzecznego jezdni widać, wykonaną ona została z szwem podłużnym, przyczem różnica z dotychczas używanymi przekrojami jest ta, iż każda połówka jezdni posiada zgrubienia krawężne również w osi drogi. Odstępy szwów poprzecznych 8—15 m.

Płyta jest dwuwarstwowa o osiowej grubości 0·18 m przy zgrubieniach krawężnych 0·25 m. Szwy poprzeczne w obu warstwach, podłużne tylko w górnej. Szerokość szwów 1 cm, zaokrąglenie krawędzi szwu promieniem 0·8—1·0 cm. Wypełnienie szwów w dolnej warstwie celolexem, w górnej emulsją asfaltową.

Warstwa dolna, grubości 0·10 m wykonana z mieszaniny zawierającej 1 część obj. cementu portl. na 2 części obj. piasku rzecznoego oraz 4 części obj. żwiru rzecznoego. Warstwa wierzchnia ma stosunek objętościowy: 1 część wysokowartościowego cementu portl. na 1½ części piasku rzecznoego i 2½ części tłuczni.

Ilość wody do betonu ustalano w czasie budowy przez próbę na osiadanie się. W niektórych partjach, z powodu niejednostajności gruntu wykonano uzbrojenie płyty z wkładek okrągłych.

Szczególną baczność zwrócono na podłoże. Humus oraz glina, niebezpieczna z powodu możliwości pęcznienia została wszędzie usunięta i zastąpiona warstwą piasku dostatecznie zwilżoną, by nie wchłaniała wody z płyty betonowej. Praca odbywała się mechanicznie maszynami Vögele, które zachowywały się doskonale.

Nawiasem dodać należy, iż skład kruszywa był ustalony najgęściej, przyczem zastosowano wszystkie zabiegi z kontrolą betonu złączone, by otrzymać możliwie najlepsze rezultaty.

— Sprawozdanie z przebudowy dróg w Austrii w r. 1930 ogłasza Inż. G. Schneider w Nr. 7 *Das Strassenwesen*.

Nawiązując do notatki umieszczonej w Nr. 15 *Czasopisma Techn.*, w której podano austriacki budżet drogowy na rok 1931/32 warto bodaj w krótkości streścić działalność Austrii w przebudowie dróg w r. 1930.

W wymienionym okresie posiadał Zarząd drogowy na przebudowę nawierzchni budżetowo zabezpieczony kredyt

w kwocie 11 mil. S. ($\infty 13\frac{3}{4}$ mil. zł.). Dodać należy, iż akcja przebudowy nawierzchni rozpoczęła się już w r. 1928 tak, że była to już trzecia rata w wykonaniu nakreślonego jeszcze w r. 1926 ogólnego planu dostosowania dróg austriackich do nowoczesnego ruchu

Plan ten obejmował mianowicie zmodernizowanie 1500 km dróg państwowych kosztem 86 mil. S. Jak zobaczymy z poniższego zestawienia do końca r. 1930 wykonano już 345.931 km kosztem 33 mil. S., z czego okazuje, iż pierwotnie preliminowana kwota jest za niską. Wzrost kosztów wynikł z konieczności licznych korekcyj, poprawy podłoża itp. Zwrócić nadto trzeba uwagę na tę okoliczność, iż w pierwszych latach realizacji programu wykonywano przestrzenie w pobliżu wielkich miast, o ruchu ciężkim, zatem kosztowniejsze; z dotychczasowych zatem robót nie da się wyciągnąć prostoliniowych wniosków co do całości kosztów. W każdym razie czynnikiem, który bez wątpienia spowoduje większe wydatki jest wzrastający z roku na rok ruch, z którym to momentem początkowo się nie liczone.

W całości wykonano w r. 1930 następujące ilości jezdni:

7.708 km = 52.907 m ²	jezdni ciężkich (bruk rzędowy, drobny, beton),
98.912 " = 615.356 "	jezdni śr. cięż. (asfaltowe, maziowe),
18.000 " = 110.361 "	" lekkich (maziowane i asfalt. powierzch.)

124.620 km = 778.624 m².

Jeżeli zesumuje się działalność z lat poprzednich, to rezultat przedstawia się następująco:

1928 jez. ciężkie	14.552 km = 96.567 m ²
śr. " "	79.672 " = 501.644 "
lekkie " "	16.235 " = 81.220 "

110.450 km = 679.431 m²

1929 jez. ciężkie	12.749 km = 87.060 m ²
śr. " "	75.113 " = 464.869 "
lekkie " "	23.010 " = 150.156 "

110,872 km = 702,085 m²

1930 jez. ciężkie	7.708 km = 52.907 m ²
śr. " "	98.912 " = 615.356 "
lekkie " "	18.000 " = 110.362 "

124.620 km = 778.625 m²

Razem 345.951 km = 2,160.141 m²

Jak widzimy z tego rezultat wprost imponujący.

Całość wykonanych w r. 1930 robót podzielono na 34 odcinków, z czego największy wynosił 12.381 km = 78.000 m² (Mürzuschlag - Semmering). Z powyższych odcinków 26 (76%) wykonanych było w przedsiębiorstwie, zaś 8 (24%) we własnym zarządzie. Odnośnie do kosztów, to 81% przypadało na przedsiębiorstwa, zaś 19 na własny zarząd.

Przy wykonaniu robót użyto mniej więcej w 50% bezrobotnych, co z natury rzeczy odbiło się bardzo korzystnie na funduszach przeznaczonych na opiekę nad bezrobotnymi.

E. B.

Statyka budowli.

— O ciśnieniu na ściankę dziury w połączeniach drewnianych pisze prof. Hager w *Der Bauing.* (1930, str. 865). Ponieważ trzpień śruby się wygina, więc ciśnienie na ściankę dziury nie rozkłada się jednostajnie, w osi może nawet dojść do zera. Wtedy największe ciśnienie jest $2\cdot75 \frac{P}{ld}$. Jeżeli więc chcemy dopuścić ciśnienie 100 kg/cm², to średnie ciśnienie może wynieść tylko $\frac{100}{2\cdot75} = 36\cdot5$ kg/cm². Wedle wyniku doświadczeń dla $d=8$ mm można co najwyżej dopuścić $\frac{135}{2\cdot75} \approx 50$ kg/cm².

— Przepisy austriackie obliczania na wyboczenie z r. 1929 podaje *Zeit. d. öster. Ing. u. Arch. Ver.* (1929, str. 1929). Ze

względu na coraz częstsze zastosowanie stali, wydano w Austrii normy dla obliczenia na wyboczenie dla stali o granicy ciastowatości σ_s $\sigma_K = (\sigma_s + 700) \left(1 - \frac{\lambda}{272}\right)$, a dla prętów smukłych $\sigma_K = \frac{20730000}{\lambda^2}$, gdy $\lambda = \frac{l}{i}$. Dla pewności $n = 2.5$ naprężenie

dopuszczalne $\sigma_K : 2.5$. Przy prętach złożonych smukłość poszczególnych części nie może być większa niż całości. Jeżeli $\frac{l_1}{i_1} \leq 40$ oblicza się pręt jako pełny. Dla większej smukłości należy obliczać wedle wzoru Krohn-Melana.

Dr. M. Thullie

Lotnictwo.

— **Samoloty jako reklama w Niemczech.** Od dłuższego czasu znany jest szczególnie wycieczkowcom w okolicy Berlina, mały samolot, który nosi nazwę jednej z fabryk czekolady. W nowszych czasach uruchomiono tam mały samolot z napisem reklamowym, oświetlonym w nocy, przyczem syrena o szczególnych tonach zwraca uwagę na reklamę. (*Verkehrstechnische Woche* 25/1931),

— **Lotnictwo na Islandji.** Islandja jest z tego znana w lotnictwie, że tworzy ona najważniejszy etap w lotach z Europy do Ameryki na północnym kraju Atlantyku.

Posiada ona jednak i swoje lotnictwo miejscowe. „Flugfjelag Island“ nabyła w roku 1928 najpierw w lecie jeden, a następnie dwa Junkersy, które przeprowadza regularne loty. Szczególnie okazały się one użytecznymi dla rybaków do śledzenia dróg roi śledzi (*Verkehrstechnische Woche* 22/1931).

— **Kredyty na lotnictwo w r. 1931** w Niemczech wynoszą 43.1 milionów marek, gdy w r. 1930 wynosiły 45.8 milionów. Potrzeby na oświetlenie linii nocnych, mianowicie na rozbudowę nowych zmniejszono o 72%. Rata końcowa na nową budowę hangaru dla Zeplina w wysokości 2.65 milionów odpadła zupełnie, natomiast wstawiono kwotę 600.000 marek na wznowienie żeglugi powietrznej w związku z towarzystwami lotniczymi. Francja ma wprawdzie do pokonania mniejsze odległości i zatrudnia w lotnictwie mniejszą ilość pracowników, przeznaczyla dla ruchu cywilnego 42.5 milionów marek, przyczem wzmoczenie przemysłu lotniczego dla celów wojskowych i przedsięwzięcie odnośnych prób będzie kosztowało nadto 33.3 milj. marek. (*Verkehrstechnische Woche* 17/1931).

Inż. A. W. Krüger.

Gospodarka energetyczna.

— **Największe wymiary elementów w zakładach o sile wodnej.** Bardzo ciekawe zestawienie, dotychczas osiągniętych maximów, przy budowach zakładów o sile wodnej podaje w *Wochenschrift d. D. G. für Bauwesen* z dnia 17. VI. b. r. Dr. Inż. D. Marquardt, poprzedzając to zestawienie referatem o przyczynach rozwoju wykorzystania sił wodnych, w czasach powojennych, zaznaczając przytem, że jest to dopiero początek tego rozwoju na większą skalę i o znaczeniu ogólnogospodarczym (*Grosswasserkraftwirtschaft*).

Za jedną z głównych przyczyn, tego rozwoju, uważa Marquardt — obok postępu podstaw budownictwa wodnego t. zn. postępu hydrauliki i nauk pokrewnych (meteorologia, geologia itd.), oraz rozwoju budowy maszyn, a szczególnie turbin — dodatnie rozwiązania zagadnienia przenoszenia prądu elektrycznego na znaczne odległości.

Dalekonośne przewody o wysokim napięciu uniezależniły ośrodki przemysłu od miejsc zakładów o sile wodnej oraz umożliwiły wówz i wywóz energii elektrycznej z obcych względnie do obcych państw, która stała się tem samym przedmiotem handlu zagranicznego.

W jakim stopniu w obecnym czasie w porównaniu z czasem bezpośrednio poprzednim — i li tylko wskutek intensywnej współpracy nauk podstawowych i pomocniczych z wszystkimi dziedzinami inżynierji budowy, budowy maszyn, oraz

elektrotechniki — rozwój wyzyskania sił wodnych, poczynił postępy, wskazują następujące cyfry:

Przedmiot	Wielkość, ilość	Nazwa zakładu	Rok oddania budowli do użytku
Najw. wykorzystany spąd	1650 m 2300 „	Fully (Szwajcaria) Sauda (Norwegja)	1914 w budowie
Najw. rozpiętość zastawki jazu ruchomego (sektor)	54 „	Hemelingen (Niemcy)	1911
Najw. wysokość spiętrzenia przy jazie ruchomym	16 „	Laufenberg (Niemcy)	1914
Najw. objętość wody w kanale doprowadzającym	600 m ³ /s 850 „	Shannon (Irlandja) Kembs (Francja)	1929 w budowie
Najw. obj. przełyku jednej turbiny	812 „	Ryburg-Schwörstadt (Niemcy)	1981
Najw. praca jednej turbiny	70000 KM. 84000 „	Niagara (St. Zj. A.) Dnieprostroj (Rosja)	1927 w budowie
Najw. praca jednego zakładu	100000 „ 810000 „ 1200000 „	Boulder Canyon (St. Zj. A. Półn.) Dnieprostroj (Rosja) Boulder Canyon (St. Zj. A. Półn.)	projekt w budowie projekt
Najw. średnica blaszanego ślimaka turbiny	14 m 19 „ 19.3 „	Aufkirchen i Eitting (Niemcy) Shannon (Irlandja) Dnieprostroj (Rosja)	1925 1929 w budowie
Najw. wysokość ciężkiego muru szczelnego piętrzącego wodę	214 „	Boulder Canyon (Arizona Nowada, St. Zj. A. Półn.)	projekt
Najw. wysokość zapory łukowej	152 „ 122 „	San Gabriel (Kalifornia) Diablo (Washington)	w budowie 1930
Najw. wysokość zapory składającej się z szeregu łuków (sklepień)	78.1 „	Lake Pleasant (Arizona)	1927
Najw. wysokość zapory systemu „Ambursen“ ¹⁾	73 „	Rodriguez (Meksyk)	1928/31
Najw. wysokość zapory ziemnej	98 „	Tieton (Washington)	1926
Najw. wysokość zapory sypanej żwirowej	100 „	Salt Springs (Kalifornia)	—
Najw. przekrój sztolni	75 m ²	Falls Niagara/Plant (St. Zj. Am. Półn.)	1927
Najw. światło przewodu rurowego żelaznego żel.-betonowego	5 m 6.0 „	Mittlere-Isar A. G. (Niemcy) Drac-Romanche (Francja)	1925 1921
Najw. ilość przewodów o wys. ciśnieniu	6.0 „ 15	Shannon (Irlandja) Töging (Inn, Niemcy)	1929 1925
Ilość obrotów największych jednostek turbinowych	500 do 1000 na minutę	—	—
Najw. współczynnik dzielności turbin „η“	do 0.95	—	—

Jak z powyższego zestawienia widać Polska do tego wysiłku pracy jeszcze nie stanęła. Dr. A. P.

¹⁾ System „Ambursen“ jest groblą ziemną z betonowym jądrem. Nasyp (walcowany) od strony wodnej wykonany jest z materiału nieprzepuszczalnego (iłu, gliny itp.) a od strony wietrznej z materiału przepuszczalnego.

Wytrzymałość materiałów.

— **Granica ciastowatości stali zlewnej** omawia Dr. Kroitsch w *Zeit. d. österr. Ing. u. Arch. Ver.* (1921, str. 359). Granica ciastowatości stanowi o pewności zeskładu stalowego, a wyznaczenie jej jest dość niepewne. Autor zwraca uwagę na to, że szybkie wyznaczanie linii wydłużeń, które jest w praktyce regułą, podwyższa znacznie granicę ciastowatości, gdy prawidłowe jej wyznaczenie przy czekaniu po każdym nowym obciążeniu na równowagę wymaga wiele czasu. Jedno takie doświadczenie wymaga około 14 godzin. Granica ciastowatości zależy też od kształtu przekroju pręta, jego grubości i t. d. Gehler już zwrócił uwagę na to, że dokładne wyznaczenie granicy ciastowatości ważnym jest dla zeskładów statycznie wyznaczalnych. Przy zeskładach statycznie niewyznaczalnych przekroczenie granicy ciastowatości nie jest niebezpiecznym, wywołuje tylko stałe odkształcenie i podwyższenie tej granicy.

Dr. M. Thullie.

Budownictwo.

— **O wilgoci spowodowanej skropleniem pary wodnej w mieszkaniach** pisze Inż. Flügge w *Deut. Bauw. Konstr.* (1929, str. 69). Przy nasyceniu parą zawiera 1 m³ powietrza:

przy	-10	0	+10	+20	+30° C.
	2.3	4.9	9.4	17.2	30.1 pary wodnej.

Gdy ciepłota powietrza nasyconego parą wodną spadnie, następuje skroplenie nadmiaru pary wodnej. Krople wody osiadają na oziębionych murach i często to jest jedyną przyczyną wilgoci, gdy my wyszukujemy inne przyczyny, wilgoć z fundamentów, zmoczenie deszczami. Aby temu zapobiec trzeba się starać, by mury zaledwie się nie oziębiały. Zazwyczaj wystarcza grubość muru 40 cm, jednak w pokojach narożnych, przy ścianach wystawionych na deszcz to nie wystarcza. Od przemoknięcia zewnętrznej warstwy przez deszcz można się ochronić nieprzemakalną powłoką zewnętrzną muru. Przemoknięcie muru wskutek deszczu ułatwia też oziębienie muru wewnątrz mieszkania i sprzyja skraplaniu nadmiernej wilgoci powietrza.

Dr. M. Thullie.

Ruch samochodowy.

— **Samochody w Polsce.** Wydawnictwo Ministerstwa Robót Publicznych p. t. „Komunikacja autobusowa na drogach publicznych w Polsce w r. 1930“ w opracowaniu Józefa Bogumiła Cwikli (Warszawa 1931), podaje nam następujące daty:

W r. 1930 ilość autobusów rejestrowanych wynosiła 4293 (w r. 1929: 4048), w tem zarobkowych bez miejsk. 3223 (3224), przewieziono pasażerów w miljn. 58 (56.9), uskuteczniono miliardów pasażerokm. 2.21 (2.18). Długość linii w km 26870 (25710), ilość linii autobus. 1545 (1607), ilość przedsiębiorstw autobus. 2112 (2009).

Jak widzimy, kryzys gospodarczy nie wpłynął na zmniejszenie się ruchu autobusowego.

Z pośród linii będących w ruchu 404 utrzymywało kurs ponad 70 km, zaś 177 ponad 100 km; ogromna większość przypada na kursy dojazdowe, krótkie. Przeciętna długość linii dalekobieżnych wynosiła 153 km.

Największą ilość linii wykazuje województwo Warszawskie 209, Poznańskie 186, Białostockie 185, Kieleckie 170, Lubelskie 144 i Krakowskie 105.

Dla samochodów ciężarowych podaje autor jedynie statystykę rejestracji. Zarejestrowano w latach wozów: 1924 — 2420; 1927 — 3494; 1929 — 6738; 1930 — 7440.

Nie o wiele się pomyliły, przyjmując, że w r. 1930 przewieziono samochodami ciężarowymi 180 milionów tkm.

W przeciwieństwie do ruchu osobowego ruch towarowy na drogach nie jest niebezpiecznym dla ruchu kolejowego.

Inż. A. W. Krüger.

Tunele.

— **Tunel Atami w Japonji** jest 7.8 km długi, obliczony dla dwóch torów kolejowych, ma na celu obejście niekorzystnej co do wzniesień trasy na głównej linii Tokaydo pomiędzy Tokyo i Kobe. Ta dla Japonji najważniejsza droga kolejowa biegnie grzbietem górskim Hakore między Kazu i Kamuzu i posiada na długości 19 km wzniesienie 1:40. Prócz tego trasa ta prowadzi w bardzo niekorzystnym terenie tuż nad rzeką Sakawą, gdzie występują częste zalewy i usuwiska górskie. Od r. 1913 wskutek wzmoczonego ruchu stara się rząd japoński zarzucić trasę z Kazu do Kamuzu przez Gotemba, a zastąpić ją nową przez Atami, przyczem zyskuje się w najwyższych punktach obu linii 378 m z wysokości. Nową trasą będą pociągi pospieszne przebiegać o 30 minut krócej.

Budowę tunelu rozpoczęto w r. 1918, liczone, że miesięcznie wykona się 50 m, a całą budowę wykończy w ciągu 7 lat. W r. 1925 miał być tunel wykończony, a tymczasem upłynęło już 11 lat, a jeszcze 1/5 całej długości brakuje do do wykończenia. Opóźnienie to spowodowały nadzwyczaj niekorzystne geologiczne warunki przebijanych gór. Miejscami wchodziły w grę nieprzewidziane olbrzymie ciśnienia mas i napływ wody do 206 m³ na minutę. Góry, przez które przechodzi tunel są wulkanicznego pochodzenia a wierzchołek Takiji, w który wkopuje się jego oś jest resztką krateru.

Koszta budowy wyniosą wobec tego 65 milionów yen (130 milj. marek).

Dwutorowy tunel o normalnym przekroju posiada szerokość podszwy 7.620 m, a wysokości od podszwy do wierzchołka sklepienia 6.934 m. Przyczółki wykonane są z betonu, a sklepienia z bloków betonowych. Trudności budowlie wywołały potrzebę wykonania szczególnych robót technicznych, do tego nie jest wykluczone, że po wykończeniu tunelu tak się obniży stan wody podskórnej w kotlinie Tanna nad tunelem o średnicy 2 km, że produktywność rolnicza tego obszaru straci na dotychczasowej swej wartości. (*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* 12/1931).

Inż. A. W. Krüger.

Koleje.

— **O wymrozeniach na drogach żelaznych** pisze inż. H. Blum w *Organ f. d. Fortsch. d. Eisenbahnwesens* (zeszyt 3 z 1 II. 1831, str. 102). W suchym gruncie nie zachodzi wcale zjawisko wymrozu i przy znacznym obniżeniu się temperatury. Przyczyną powstawania wymrozu jest zwiększenie się wskutek zamarzania objętości wody, znajdującej się w porach między cząsteczkami gruntu i tylko wtedy, gdy woda wypełnia więcej niż 9/10 pojemności tych por, ponieważ przy obniżeniu się temperatury do granicy przeciętnych mrozów woda zwiększa swą objętość o 1/10.

Wynika z tego, iż duże znaczenie posiadać może zbadanie stopnia nasycenia wodą wolnej przestrzeni między cząsteczkami gruntu.

Najbardziej wskazanym środkiem zapobiegającym wymroziom jest dobre odwodnienie. W krajach północnych, gdzie grunt przemarza do głębokości 2 m i więcej takie odwodnienie może być bardzo skombinowane i nieekonomiczne.

Przytem i na drogach dobrze odwodnionych mogą powstawać wysadziny. Jeżeli po dużym okresie mrozu nastąpi odwilż z deszczem, to górne warstwy gruntu rozmiękną, podczas gdy poniżej zostaje warstwa zamarznęta, nieprzepuszczająca wody. W razie nastania ponownych mrozów w tej górnej warstwie gruntu, przepojonej wodą, powstają wysadziny.

Nasycenia gruntu wodą w okresie zamarzania może się zwiększać wskutek pocenia się gruntu pod warstwą zamarzną. Woda, znajdująca się pod zamarzną skorupą w cieplejszej warstwie gruntu, paruje i skrapla u góry pod warstwą zamarzną. W pewnych przypadkach wzmoczona w ten sposób wilgotność gruntu w warstwie zamarzania może być powodem pojawiania się wysadzeń.

Skutecznym środkiem zapobiegawczym przeciw głębszemu przemarzaniu gruntu są warstwy izolacyjne o małym prze-

wodnictwie ciepła, do których należą i popioły z parowozów. Autor zaleca także nasywanie wody gruntowej pewnymi solami, ale w tym kierunku brak jeszcze doświadczeń.

Na powyższy temat zamieścił także pracę Dr. inż. Barkofen w zeszycie 1 r. 1929 w *Organ f. d. F. d. E.*, gdzie zestawiał wszystkie odnośne teorie, dotyczące się tego przedmiotu.

— **Nowe przepisy sygnalizacyjne na kolejach francuskich.** Francuskie koleje posiadały dotąd znacznie większą ilość rodzajów sygnałów, aniżeli inne państwa, przy wielu sygnałach różniących się zasadniczo tarcze posiadają te same kształty, tylko są różnorodnie kolorowane, co często dostrzega się dopiero z niewielkiej odległości. Wobec tego postanowiono po wojnie światowej zaprowadzenie w całym państwie jednolitej i uproszczonej sygnalizacji. W tym celu powołano do życia z łona wszystkich zarządów kolejowych komisję, która pracowała od września 1926 do grudnia 1927 i wydała nowe przepisy sygnalizacyjne, zatwierdzone przez Ministerstwo robót publicznych 1 sierpnia 1930.

Zasadnicze zmiany występują przede wszystkim w zabarwieniu sygnałów i świateł. Czerwone światło, względnie farba oznacza wzbronioną jazdę (jak i dotąd). Żółte powolną jazdę (dotąd zielone), zielone dozwoloną jazdę (dotąd białe), fioletowe zamknięty przetok (dotąd żółte).

Przeróbce ulegnie około 70.000 znaków sygnałowych. Praca przekształcenia ma się odbyć programowo w ciągu 3 do 5 lat kosztem 60 do 70 milionów franków. (*Verkerstechnische Woche* zeszyt 17 z 29 IV. 1931).

— **Droga żelazna Bolonia-Florencja**, istniejąca obecnie, 135 km długa jest bardzo niewygodna, gdyż łuki zajmują jej 41%, a wzniesienia dochodzą do 1:38.5.

Postanowiono więc wybudować nowe połączenie dwutorowe, które skróci długość linii 92 km. Łuki będą o promieniach niemniejszych jak 600 m i to tylko na 27% całej linii, wzniesienia nie będą przekraczały stosunek 1:83. Trakcja będzie elektryczna. Czas przejazdu z Bolonji do Florencji skróci się z 2½ godzin do 1 godz.

Na linii nowej szereg mostów zajmie 4457 m, a 30 tuneli 36.687 m, między nimi tunel Apeniński liczy 18.510 m, Monte Adore 7135 m i Piano di Setta 3049 m.

Ogólny koszt budowy obliczono na sumę 1060 milionów lirów, z czego na tunel Apeniński przypada 470 milionów. W r. 1932 należy się spodziewać, że nowa linia będzie otwarta. (*Bautechnik* 14/1931).

— **Kolej podziemna w Atenach.** Ateny liczą łącznie z przedmieściami i portem Pireusem około miliona mieszkańców. Komunikacja miasta jest silnie rozwinięta. Istniejące dworce kolejowe na północy miasta Kiphissia i południu Pireus zapewniają miastu komunikację z całym krajem.

Połączenie tych dwóch dworców w jedną całość okazało się konieczne, a możliwe jest to tylko pod ziemią. Dawniej istniejące połączenie parowe tych dworców, musiało być usunięte, gdyż przebiegało przez ulice.

We wrześniu 1927 Tow. Greckich kolei elektrycznych przystąpiło do budowy tunelu, który obecnie jest ukończony. Na ostatnim odcinku jego instaluje się urządzenia wewnętrzne i buduje stację Kiphissia.

Budowę wykonała berlińska firma „Siemensbauunion“. Tunel dwutorowy, jest płytki, poduliczny, wykonano go sposobem odkrywkowym, jak u nas w Warszawie tunel linii średnicowej. Cała długość tunelu pod miastem wynosi 2400 m, prowadzi ona trasę pod ulicami, tylko w dwóch miejscach, gdzie zmienia kierunek prawie pod kątem prostym, przechodzi pod domami łukiem o promieniu 160 m. Ze względu na wody gruntowe na części tunelu dano sklepienie dolne, a ze względu na możliwe trzęsienie ziemi wzmocniono węzły tunelu. Wzniesienia maksymalne wynoszą 28‰.

Redaktor naczelny i odpowiedzialny Prof. Inż. Emil Bratro.

Pierwsza Związkowa Drukarnia we Lwowie, ul. Lindego 1. 4.

Dziś otwarty jest dla ruchu tylko odcinek od placu Omonia do Portu Pireus. Koszta budowy na razie nie są bliżej znane. (*Inżynier Kolejowy* zeszyt 5 z 4 V. 1931).

Inż. A. W. Krüger.

RECENZJE I KRYTYKI.

„**Mosty łukowe**“ nap. Dr. J. Melan i Dr. Th. Gesteschi. XI t. Podręcznika żelbetnictwa Empergera IV. wyd. I t., zeszyt 1. Berlin 1931.

Czwarte wydanie Podręcznika najlepiej udowadnia jego wartość dla inżynierów żelbetników. Tom ten opracowują znakomici uczeni Melan i Gesteschi. Zeszyt 1 obejmuje głównie teorię mostów łukowych, w których Melan jest mistrzem. Przy obliczeniu naprężeń uwzględni on też fazę II a, przyjmując dla ciągnięcia i ciśnienia inne współczynniki sprężystości. Wedle tej fazy obecnie nikt nie liczy.

Przy sklepieniach o wielkich rozpiętościach, wielkiej strzałce i małej szerokości należałoby też uwzględnić siły poziome, działające prostopadle do mostu. Autor podaje sposób obliczenia naprężeń w tym wypadku wedle prof. Hawranka. Autor omawia też teorię łuku dwu- i jednoprzegubowego, który może być użyty tam, gdzie jest bardzo mała wysokość, gdzie chodzi o małą grubość w kluczu, a możliwa jest większa grubość na podporach. Autor omawia sprężystość utwierdzone łuki i łuki ciągle. Dla obliczenia linii wpływowych podaje tablice. Dla ciężaru ruchomego podaje wzory przybliżone.

Autor zaleca obliczania analityczne naprężeń, bo sposoby wykreślne są za mało dokładne, omawia też wykreślenie przybliżone linii ciśnienia. Co do tego sędzę, że przyjęcie dla obciążenia jednostronnego trzech punktów w środku przekrojów w kluczu i węzłowiach da zawsze wynik mylny.

Parę przykładów obliczeń mostów łukowych ułatwia zastosowanie teorii.

Dr. M. Thullie.

— **Majątek Państwa Polskiego.** Zinwentaryzowanie i oszacowanie majątku Państwowego powierzyło Ministerstwo Skarbu w początkach r. 1927 inż. S. Kruszkowskiemu i jako rezultat tych prac wyszła z druku książka „Majątek Państwa Polskiego“ (Warszawa 1931, str. XIX—410).

Obliczona wartość majątku państwowego brutto, t. j. bez zadłużeń wyraża się w okrągłej kwocie 16.401.578.000 zł. Według wielkości wartości tych majątków na pierwszym miejscu stoją Polskie Koleje Państwowe, oszacowane na 7.466.116.200 zł., a komunikacje wogóle na 8.411.912.500 zł. Nieruchomości i ruchomości administracji cywilnej i wojskowej 3.364.229.000 zł., w tem Minin. Spraw Wojskowych 2.111.902.200 zł. Lasy Państwowe na 2.681.241.400 zł., Majątki ziemskie na 554.124.000 zł., Przedsiębiorstwa państwowe na 347.290.700 zł. Bogactwa mineralne na 277.696.700 zł.; Monopole państwowe na 136.192.600 zł. Gotowizna, lokaty itp. na 456.176.700 zł. i inne drobniejsze.

Zadłużenie wewnętrzne w d. 1 stycznia 1927 wynosiło 577.790.000 zł., zewnętrzne 3.784.373.000 zł. Zatem całkowita wartość majątku państwowego netto, t. j. po potrąceniu zadłużeń wynosiła 1 I. 1927 r. 12.617.205.000 zł.

Inż. A. W. Krüger.

RÓŻNE SPRAWY.

Krótki cykl wykładów o nowoczesnej organizacji prac biurowych. Trzydniowy cykl takich wykładów urządza w dniach 12 do 14 września b. r. Instytut Naukowej Organizacji w Warszawie, Mokotowska 51. Zgłoszenia za opłatą 30 zł. Kurs ten obejmuje: 1. Ogólne zasady naukowej organizacji. 2. Zasady organizacji biur. 3. Organizację korespondencji, obiegu aktów; system bezdziennikowy, technikę załatwiania spraw, zasady rejestrowania listów, używanie kartotek. 4. Urządzenia mechaniczne w biurowości. 5. Urządzenia lokali biurowych, utrzymanie sprawności oraz zdrowotności.

Nakładem Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.