

TREŚĆ: Inż. St. Hempel: Racjonalne formy łuków w zastosowaniu do mostów. — Inż. M. Mazur: Prędkość opadania ziarn piasku w wodzie i jej znaczenie przy konstrukcji osadników. (Ciąg dalszy). — Inż. Wł. Rychlewski: Ocena gruntów i budynków mieszkalnych. (Dokończenie). — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Bibliografia. — Sprawy Towarzystwa.

Inż. Stanisław Hempel.

## Racjonalne formy łuków w zastosowaniu do mostów.

Zadanie inżyniera bynajmniej nie ogranicza się do realizowania pewnych projektów, inżynier zamierzany w swym zawodzie zawsze szuka rozwiązań najbardziej celowych i jednocześnie najtańszych.

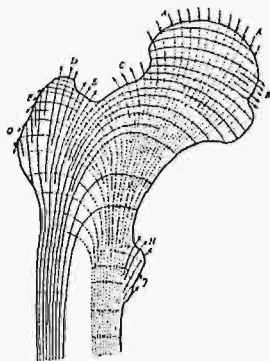
W większości zagadnień inżynierskich należyte wyzyskanie własności technicznych materiałów prowadzi najczęściej do oszczędności. Jednym ze środków, jakimi rozporządza inżynier w celu wyzyskania własności danego materiału jest forma lub system konstrukcji zastosowanej przez projektodawcę.



Formy, układy, systemy zmierzające do oszczędności w materiale zasługują na nazwę „racjonalnych“.

Przyroda, w ciągu wieków, drogą stopniowego przystosowania do pewnych warunków, daje bogate przykłady racjonalnych form.

Jako niektóre przykłady racjonalnych form spotykanych w przyrodzie i interesujących inżyniera, mogą służyć:



Rys. 1.

The Mathematical Theorie of Perfectly Elastic Solids. W. J. Yibbetson. Str. 502, fig. 62, 63.

Struktura i kształt kości szkieletów zwierzęcych, struktura drzewa, układ korzeni drzew, usztywnienie kolanekami trzciny, bambusu; owal jajka jako jedna z racjonalnych form sklepienia.

Między innymi przykładem racjonalnych form powszechnie stosowanych przez świat techniczny mogą służyć: profile niektórych walcowanych belek żelaznych oraz niektóre belki mostowe.

Poszukiwania racjonalnych form są jedną z twórczych dziedzin w zawodzie inżyniera.

Poszukiwania te w odniesieniu do łuków stworzyły obszerną literaturę i absorbowały przez dłuższy okres czasu wybitnych inżynierów. Zainteresowanie tego rodzaju zagadnieniem znajduje wytlómaczenie nie tylko z uwagi na ciekawy teoretyczny temat, lecz przede wszystkim na wielorakie zalety mostów łukowych, które z wielu względów zasługują na specjalną uwagę.

Dla mostów łukowych betonowych duży ciężar własny jest cechą znamioną; ciężar ten jak wiadomo daje następujące korzyści:

Zmniejszenie wpływu obciążeń ruchomych;

Sprężystość toru jednakowa na moście jak i na szlaku;

Zwiększenie z biegiem czasu obciążeń ruchomych nie wymaga wzmocnienia mostu, gdyż zwiększenie obciążenia ruchomego o 20% zwiększa naprężenia w łuku o 4% przy małych rozpiętościach, a tylko o 2—3%

przy dużych mostach. Ponieważ z biegiem czasu wytrzymałość betonu wzrasta, więc tembardziej zwiększenie naprężeń o kilka procent niema praktycznego znaczenia. Korzyści wynikające z dużego ciężaru własnego mostów łukowych, betonowych, nie wyczerpują innych bardzo licznych zalet, a mianowicie:

Mosty betonowe mogą służyć setki lat, podobnie jak kamienne, gdyż beton jest niczem innym, jak sztucznym kamieniem (mosty żelazne, szczególnie kolejowe, należy zmieniać lub wzmocniać co 40—50 lat, ze względu na zwiększenie wagi parowozów).

Konserwacja mostów betonowych wynosi bez porównania mniej, niż wszelkich innych mostów (mosty żelazne należy malować co 4 lub 5 lat).

Mosty betonowe mogą być tańsze od żelaznych.

Mosty łukowe betonowe, podobnie jak kamienne, należą bezsprzecznie do najpiękniejszych, materiał mostu o wyglądzie kamienia harmonizuje z otoczeniem, jakie stworzyła przyroda, wzbudza wrażenie niezniszczalności, podobnie jak każdy pomnik, aby nim być, musi temu warunkowi odpowiadać.

Mosty łukowe betonowe, w odróżnieniu od metalowych tłumią hałas wywołany ruchem po moście, co ma duże znaczenie, w szczególności dla wiaduktów nad ulicami.

Tak duże i wszechstronne walory mostów łukowych betonowych powinny, zdawałoby się sprzyjać stosowaniu tych mostów na szerszą skalę niż to ma miejsce w naszym kraju, i jednocześnie z tym, wzbudzać większe zainteresowanie inżynierów, istotą tego typu mostów.

Jednakże tak nie jest. Mostów łukowych betonowych mamy bardzo mało. Liczni uczestnicy polscy na kongresie żelbetowym w Liège, zdając w kraju relację z kongresu, ustnie i piśmiennie o największym moście łukowym na świecie, poinformowali świat techniczny o wielu bardzo ciekawych sprawach dotyczących tego gigantycznego mostu, pomijając najistotniejsze: jaka forma osi łuku i według jakiego prawa zgrubia się łuk od klucza ku węzłowi.

W *Cemencie* Nr. 6 czerwiec 1931 r. jest mowa o moście łukowym żelbetowym o osi hyperbolicznej. Świadczy to o zupełnej nieznajomości autora form osi łuków. Oś hyperboliczna łuku jest teoretycznie niezasadniona.

Przechodząc do właściwego tematu niniejszego artykułu wspomnę, iż pierwszym, który spostrzegł istnienie zależności między położeniem krzywej ciśnienia<sup>1)</sup> i formą łuku był Iyon Villarceau<sup>2)</sup>.

Villarceau bada formę łuku, obciążonego siłami zewnętrznymi skierowanymi według normalnej do zewnętrznej powierzchni łuku.

Następnie w połowie XIX wieku starają się rozwiązać zadanie o racjonalnej formie łuku Carvallo<sup>3)</sup>, a po nim Denfert-Rochereau<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Krzywą ciśnienia wprowadził do obliczenia łuków inż. Méry 1827 r. („Péredérj — kamiennye mosty“).

<sup>2)</sup> „Equilibre des voutés en berceau cylindrique“. *Révue générale de l'Architecture et des Travaux Publics*. 1844.

<sup>3)</sup> „Annales des Ponts et Chaussées“ 1853 r.

<sup>4)</sup> „Révue d'Architecture“ 1859 r.

Ten ostatni badał nieskończenie cienki łuk i rezultaty otrzymane dla takiego łuku uogólnił (stosował) dla łuku o skończonej grubości.

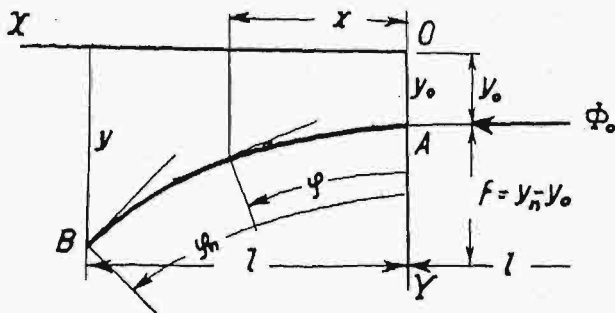
Takie uogólnienie nie wytrzymuje krytyki. Założenie łuku nieskończenie cienkiego jest równoznaczne z założeniem dowolnej ilości przegubów. W każdym przekroju moment bezwładności  $J=0$ . W łuku o skończonej grubości wogóle  $J \neq 0$ .

W roku 1886 Tourtay ogłasza pracę w „Révue générale de l'Architecture et des Travaux Publics“, tom XLIII 1886 r., pod tytułem „Etude sur le calcul des arches surbaissées en maçonnerie“.

We wspomnianej pracy autor chce wykorzystać zdobycze Rochereau (łuk nieskończenie cienki) dla łuku skończonej grubości. W tym celu łuk rozdziela na szereg bardzo cienkich sklepień, jedne nad drugimi, pracujące niezależnie, każde pod wpływem przypadającego nań obciążenia. Według tej metody został obliczony jeden z największych na owe czasy, most Boucicaut. Pomimo zastosowania metody Tourtay'a w praktyce, i to z dobrym rezultatem, inżynierowie nie mogli zadowolnić się tem rozwiązaniem z powodu założenia niezależności pracy, poszczególnych, nieskończenie cienkich łuków, przeciągającego własnościom ciągłego ciała sprężystego.

Dalszy postęp rozwoju teorii o formie osi łuku zawdzięczamy inżynierowi Legay. (Mémoire sur la tracé et le calcul des voûtes en maçonnerie. Annales des P. et Ch. 1900, l. p. 141). Legay zwraca uwagę na ciężar własny mostów kamiennych, który jest tak duży w porównaniu z ciężarem użytecznym (ruchomym), iż przede wszystkim należy dążyć, aby naprężenia od ciężaru własnego były jak najmniejsze. Legay szuka zatem takiej osi łuku, przy której momenty wywołane ciężarem własnym w każdym przekroju były równe zeru, t. j. by oś łuku i linja ciśnień od ciężaru własnego pokrywały się wzajemnie.

Takie zagadnienie w odniesieniu do łuku bez przegubów nie da się rozwiązać, gdyż łuk w chwili zdjęcia go z krażyn pod wpływem swego ciężaru odkształci się, a zatem zmieni krzywiznę. Zmianie krzywizny towarzyszy zgięcie, a więc moment, zatem linja ciśnień nigdy nie może być jednocześnie osią łuku bez przegubów. Zlanie się linji ciśnień z osią łuku byłoby możliwe tylko przy zastosowaniu materiału absolutnie niesprężystego t. j. nieodkształcającego się. Wtedy w normalnym przekroju łuku mielibyśmy  $M=0$ , czyli taki łuk upodobniłby się do łuku o nieskończonej ilości przegubów. Dla określenia linji ciśnień wystarczy przyjąć trzy przeguby, a założenie o absolutnie niesprężystym materiale jest już niepotrzebne. W łuku trójprzegubowym linja ciśnień i oś łuku mogą stanowić jedną linję; wtedy w dowolnym przekroju od ciężaru własnego  $M=0$ .



Rys. 2.

Legay w poszukiwaniu racjonalnej formy osi sklepienia opiera się na rozwiązaniu Rochereau, które jak wiadomo dotyczy sklepienia nieskończenie cienkiego.

Racjonalna forma osi łuku nieskończenie cienkiego, symetrycznie obciążonego ciężarem proporcjonalnym do rzędnych, podana przez Rochereau, a nazwana przez Legay katenoidą, jest krzywą należącą do rodziny sznurowych (rzut właściwej krzywej sznurowej na pewną płaszczyznę).

Odniesiemy oś łuku do układu spórzędnych jak niżej na szkicu.

Oznaczmy:

- $l$  połowa rozpiętości łuku,
- $y_0$  rzędna w kluczu,
- $y_n$  rzędna w węzłowiach,
- $f$  strzałka łuku,
- $\varphi$  kąt nachylenia stycznej do poziomu,
- $\gamma$  ciężar jednostki objętości materiału obciążającego łuk,
- $\Phi_0$  rozpór łuku w kluczu.

Równania różniczkowe wszelkich krzywych sznurowych mają postać następującą:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \Phi \frac{dx}{ds} \right) - p_x = 0 \quad \frac{dx}{ds} = \cos \varphi$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left( \Phi \frac{dy}{ds} \right) - p_y = 0 \quad \frac{dy}{ds} = \sin \varphi,$$

w danym wypadku:  $p_x=0, p_y=\gamma y,$

$$\frac{\partial}{\partial x} (\Phi \cos \varphi) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial y} (\Phi \sin \varphi) = \gamma y.$$

Z równania pierwszego otrzymamy:

$$\Phi \cos \varphi = \text{Const},$$

$$\text{Const} = \Phi_0,$$

dla  $\varphi=0$

a zatem:

$$\Phi \cos \varphi = \Phi_0.$$

Wstawiając do równania drugiego:  $\Phi = \frac{\Phi_0}{\cos \varphi}$

otrzymamy:

$$\frac{\partial}{\partial y} (\Phi_0 y') = \gamma y,$$

albo:

$$y'' = \frac{\gamma}{\Phi_0} y.$$

Całka ogólna tego równania będzie:

$$y = A l^{kx} + B l^{-kx},$$

gdzie:

$$k = \sqrt{\frac{\gamma}{\Phi_0}}$$

dla  $x=0, y=y_0$ , czyli  $y_0 = A + B$ ,

dla  $x = \pm l, y = y_n$ ,

a zatem:

$$A = B = \frac{y_0}{2}.$$

Ostateczne równanie katenoidy będzie:

$$y = \frac{y_0}{2} (l^{kx} + l^{-kx})$$

albo wprowadzając funkcje hyperpoliczne:

$$y = y_0 \text{Ch}(kx) \quad \dots \quad (1)$$

lub po wstawieniu wartości  $k$ :

$$y = y_0 \text{Ch} \frac{x}{\sqrt{\frac{\Phi_0}{\gamma}}} \quad \dots \quad (2)$$

wstawiając:  $x=l, y=y_n$

otrzymamy związek pozwalający określić wielkość rozporu w kluczu:

$$\text{Ch} \frac{l}{\sqrt{\frac{\Phi_0}{\gamma}}} = \frac{y_n}{y_0}; \quad \frac{l}{\sqrt{\frac{\Phi_0}{\gamma}}} = \text{arc. Ch} \frac{y_n}{y_0};$$

$$\sqrt{\frac{\Phi_0}{\gamma}} = \frac{l}{\text{arc. Ch} \frac{y_n}{y_0}}.$$

W kluczu  $y'=0$ , a zatem  $y''=\frac{1}{\rho_0}$  (krzywizna).

Wstawiając do równania różniczkowego:

$$y'' = \frac{\gamma}{\Phi_0} y, \quad y'' = \frac{1}{\rho_0}, \quad y=y_0,$$

otrzymamy:  $\Phi_0 = \rho_0 \gamma y_0$ .

Rozpór w kluczu równa się iloczynowi z promienia krzywizny w kluczu przez obciążenie jednostkowe w kluczu. Wzór bardzo praktyczny ze względu na jego prostotę.

Uwzględniając powyższy związek równanie osi łuku będzie:

$$y = y_0 Ch \frac{x}{\sqrt{\rho_0 y_0}} \quad (3)$$

Wykresy katenoidy, koła i paraboli.

**Określenie osi łuku według metody Legay<sup>5)</sup>.**

Obciążenia łuku nieskończenie cienkiego są proporcjonalne do rzędnych.

Obciążenie łuku skończonej grubości składa się z ciężaru własnego łuku, zmieniającego się ze zmianą  $x$  według pewnego prawa, oraz z ciężaru materiałów nad łukiem. Łączne obciążenie w dowolnym przekroju łuku nie jest proporcjonalne do odpowiedniej rzędnej. Z równania katenoidy widać (patrz wykresy), iż kształt tej krzywej zależy od dwóch zadanych wielkości  $y_0$  oraz  $\gamma$ .

Legay nie zadaje z góry tych wielkości, uważa je jako parametry i określa je w ten sposób, aby linja ciśnień jak najmniej odchyłała się od katenoidy. Oś łuku określona przez Legay jest więc katenoidą o korzystnie wybranym parametrze  $y_0$ .

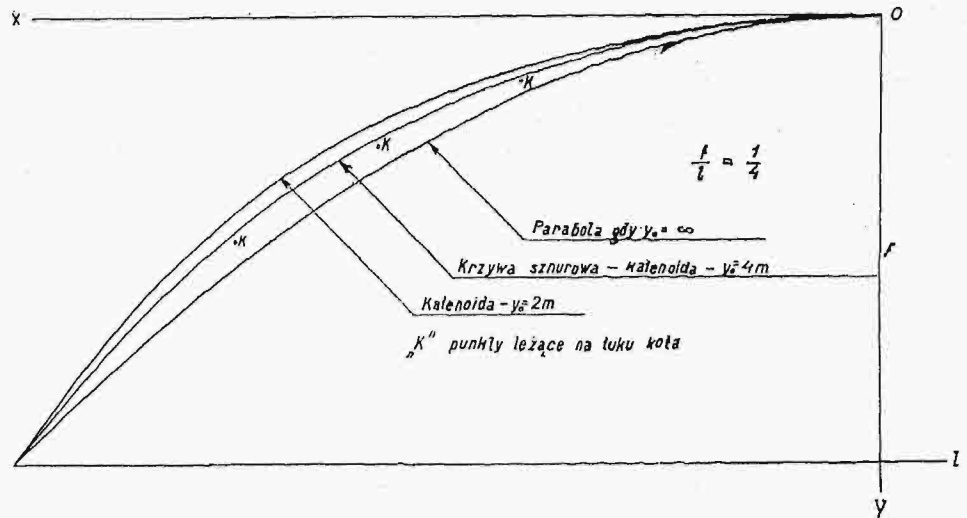
Inżynier Legay przyjmuje następujące oznaczenia:

- $a$  — połowa rozpiętości łuku,
- $b$  — rzędna w węzłowiach,
- $c$  — rzędna w kluczu (sprowadzona wysokość obciążenia),
- $f$  — strzałka łuku,
- $\Theta$  — pochylenie stycznej do osi łuku, do poziomu,
- $\alpha$  — wielkość  $\Theta$  w węzłowiach,
- $Q$  — rozpór łuku w kluczu,
- $l_0$  — grubość łuku w kluczu,
- $l_1$  — grubość łuku w węzłowiach,
- $l = \frac{l_0}{\cos \Theta}$  — grubość łuku w dowolnym przekroju,
- $w_m$  — waga 1 m<sup>3</sup> materiału łuku,
- $w_r$  — waga 1 m<sup>3</sup> materiału między zewnętrzną powierzchnią łuku i płaszczyzną styczną w kluczu do tej powierzchni,
- $w_s$  — waga 1 m<sup>3</sup> balastu — jezdni nad płaszczyzną poziomą styczną do zewnętrznej powierzchni łuku,
- $h$  — wysokość tej ostatniej warstwy,
- $h_1 = h \frac{w_s}{w_r}$  — ta sama wysokość sprowadzona do materiału  $w_r$ .

Założmy, iż oś łuku  $AB$  (rys. 4) określona została dla pewnej wielkości parametru  $c$ . W celu określenia położenia krzywej ciśnień w dowolnym przekroju (na

<sup>5)</sup> Kamiennyje mosty Pieredieryj.

rys. 4,  $\beta-\beta$ ) należy znaleźć w tym przekroju moment  $M_x$  sił pionowych względem linii pionowej  $P-K$ .

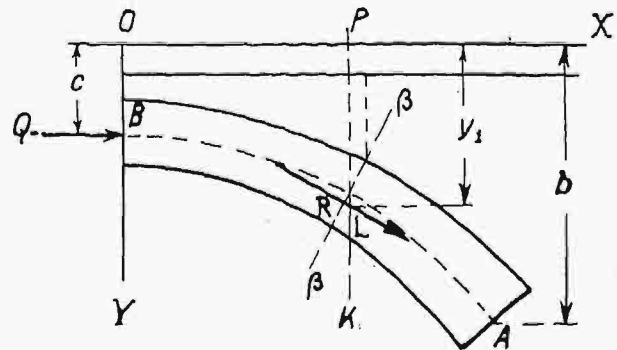


Rys. 3.

Dla równowagi rozpatrywanej części sklepienia musi być:

$$M_x = Q(y_1 - c),$$

skąd  $y_1 - c = \frac{M_x}{Q}$  rzędna  $y_1$  punktu  $L$ .



Rys. 4.

Punkt  $R$  jest właściwym punktem linii ciśnień w przekroju  $\beta-\beta$ . Punkt  $L$  jest punktem przybliżonym linii ciśnień, położenie tego punktu określa rzędna  $y_1$  w równaniu:

$$y_1 - c = \frac{M_x}{Q}.$$

W przekroju w węzłowiach otrzymamy podobne równanie:

$$b - c = \frac{M_a}{Q}.$$

Eliminując z tych dwu równań  $Q$  otrzymamy równanie:

$$\frac{y_1 - c}{b - c} = \frac{M_x}{M_a}, \quad (4)$$

które przedstawia krzywą punktów  $L$  bardzo bliską do krzywej ciśnień. Legay przyjmuje tę ostatnią jako krzywą ciśnień. Krzywa ciśnień (równanie 4) oraz równanie osi łuku — katenoida (równanie 2) dotychczas określone zostały przy dowolnym parametrze  $C$ . Parametr ten Legay określa w ten sposób, aby krzywa ciśnień i katenoida oprócz punktów wspólnych w przegubach miały jeszcze po jednym wspólnym punkcie w każdej połowie łuku. Nowy wspólny punkt Legay obiera dla  $x = \frac{2}{3} a$ . Punkt w ten sposób obrany według obliczeń Legay zapewnia najmniejsze odchylenia katenoidy od krzywej ciśnień, przyczem odchylenia krzywych po obu stronach

\*

wspólnego punktu są prawie jednakowe. Od klucza aż do  $x = \frac{2}{3} a$  linja ciśnień wypada pod osią łuku, od  $x = \frac{2}{3} a$  do węzłowa linja ciśnień przebiega nad osią łuku. Największe odchylenie między temi dwoma krzywymi jest bardzo małe i najczęściej mierzy się w tysięcznych częściach grubości sklepienia.

Przy powyższych założeniach inż. Legay określa parametr  $C$  z następującego równania:

$$\frac{c}{a} = \frac{l_0 + h_1}{2a} + M \frac{l_0}{a} \left( \frac{w_m}{w_r} - \frac{1}{2} \right) + N \frac{l_0^2}{a^2} - G \frac{l_0^3}{a^3} \left( \frac{w_m}{w_r} - \frac{1}{2} \right) + I \frac{l_0^3}{a^3} \left( \frac{w_m}{w_r} - \frac{3}{2} \right) \quad (5)$$

spółczynniki  $M$ ,  $N$ ,  $G$ ,  $I$  zależą od  $\frac{f}{2a}$  i od  $\frac{c}{a}$ , a zatem z równania (5) można określić przez próby.

Współczynniki równania 5 mają następujące znaczenie:

$$M = \frac{A}{D}, \quad N = \frac{B}{D}, \quad G = \frac{AE}{D^2}, \quad I = \frac{C}{D};$$

$$A = \frac{x^2}{2} - \frac{x^2 c^2}{4 \frac{Q}{w}} + \frac{y-c^2}{4} - \frac{y-c}{b-c} \left[ \frac{a^2}{2} - \frac{a^2 c^2}{4 \frac{Q}{w}} + \frac{b^2 - c^2}{4} \right];$$

$$B = -\frac{a(y^3 - c^3)}{12 \frac{Q}{w}} + \frac{y-c}{b-c} \frac{a(b^3 - c^3)}{12 \frac{Q}{w}};$$

$$C = -\frac{a^2 f g^2 \Theta}{24} + \frac{y-c}{b-c} \frac{a^2 f g^2 a}{24}; \quad D = \frac{x^2}{2} - \frac{y-c}{b-c} \frac{a^2}{2};$$

$$E = -\frac{a^2 f g^2 \Theta}{8} + \frac{y-c}{b-c} \frac{a^2 f g^2 a}{8};$$

przyczem  $x = \frac{2}{3} a$ ,  $y$  — odpowiadająca  $x = \frac{2}{3} a$  rzędna katenoidy równanie (2).

Dla ułatwienia obliczeń Legay podaje następujące tablice:

Tablica I.  $\frac{f}{2a} = \frac{1}{4}$ .

$\frac{c}{a}$	$M$	$N$	$G$	$I$
0,06	0,7854	0,473	0,67	0,28
0,07	0,7633	0,490	0,65	0,28
0,08	0,7414	0,506	0,62	0,28
0,09	0,7197	0,522	0,60	0,28
0,10	0,6982	0,539	0,58	0,28
0,11	0,6768	0,555	0,56	0,28
0,12	0,6557	0,570	0,54	0,28
0,13	0,6346	0,586	0,52	0,27
0,14	0,6137	0,602	0,50	0,27
0,15	0,5929	0,617	0,49	0,27
0,16	0,5722	0,633	0,47	0,27
0,17	0,5515	0,648	0,45	0,27
0,18	0,5309	0,663	0,43	0,27
0,19	0,5104	0,679	0,41	0,27
0,20	0,4898	0,694	0,40	0,27
0,21	0,496	0,71	0,38	0,27
0,22	0,449	0,72	0,36	0,27
0,23	0,428	0,74	0,34	0,27
0,24	0,408	0,76	0,32	0,27
0,25	0,387	0,77	0,32	0,27

Tablica II.  $\frac{f}{2a} = \frac{1}{6}$ .

$\frac{c}{a}$	$M$	$N$	$G$	$I$
0,06	0,8752	0,155	0,33	0,12
0,07	0,8611	0,162	0,32	0,12
0,08	0,8470	0,169	0,21	0,12
0,09	0,8330	0,176	0,30	0,12
0,10	0,8191	0,183	0,30	0,12
0,11	0,5053	0,189	0,29	0,12
0,12	0,7916	0,196	0,28	0,12
0,13	0,7779	0,203	0,28	0,12
0,14	0,7642	0,210	0,27	0,12
0,15	0,7506	0,217	0,27	0,12
0,16	0,7370	0,224	0,26	0,12
0,17	0,7235	0,230	0,26	0,12
0,18	0,7099	0,237	0,25	0,12
0,19	0,6964	0,244	0,25	0,12
0,20	0,6829	0,251	0,24	0,12
0,21	0,669	0,26	0,24	0,12
0,22	0,656	0,26	0,23	0,12
0,23	0,643	0,27	0,23	0,12
0,24	0,629	0,28	0,22	0,12
0,25	0,616	0,28	0,22	0,12
0,30	0,548	0,32	0,19	0,12
0,35	0,482	0,35	0,17	0,12
0,40	0,415	0,38	0,14	0,12

Tablica III.  $\frac{f}{2a} = \frac{1}{7}$        $\frac{f}{2a} = \frac{1}{8}$

$\frac{c}{a}$	$M$	$N$	$M$	$N$
0,06	0,898	0,10	0,914	0,07
0,07	0,886	0,11	0,904	0,08
0,08	0,874	0,11	0,893	0,08
0,09	0,862	0,12	0,883	0,08
0,10	0,850	0,12	0,873	0,09
0,11	0,838	0,13	0,862	0,09
0,12	0,827	0,13	0,852	0,09
0,13	0,815	0,14	0,842	0,10
0,14	0,804	0,14	0,832	0,10
0,15	0,792	0,15	0,822	0,11
0,16	0,780	0,15	0,811	0,11
0,17	0,769	0,16	0,801	0,11
0,18	0,757	0,16	0,791	0,12
0,19	0,746	0,17	0,781	0,12
0,20	0,734	0,17	0,771	0,12
0,25	0,676	0,20	0,721	0,14
0,30	0,619	0,22	0,671	0,16
0,35	0,562	0,25	0,620	0,18
0,40	0,506	0,27	0,570	0,20

Uwaga:  $G$  oraz  $I$  jako wielkości w danym wypadku małe opuszczono.

Dla określenia  $c$  w pierwszym przybliżeniu Legay daje następujące równanie:

$$c = \frac{\frac{l_0}{2} + h_1 K l_0 \left( \frac{w_m}{w_r} - \frac{1}{2} \right)}{1 + K' \frac{l_0}{a} \left( \frac{w_m}{w_r} - \frac{1}{2} \right)}, \quad (6)$$

gdzie  $K$  i  $K'$  w zależności od  $\frac{f}{2a}$  podaje tablica IV.

Tablica IV.

$\frac{f}{2a}$	$K$	$K'$
$\frac{1}{4}$	0,9065	2,08
$\frac{1}{5}$	0,9374	1,66
$\frac{1}{6}$	0,9554	1,36
$\frac{1}{7}$	0,9657	1,16

$\frac{f}{2a}$	$K$	$K'$
$\frac{1}{8}$	0,9739	1,01

Określiwszy  $c$  z równania (6) korzystamy z równania (5) dla ściślejszego określenia tego parametru. Mając  $c$ , równanie katenoidy  $y = c \cdot Ch \frac{x}{\sqrt{\frac{Q}{w}}}$  pozwala łatwo obliczyć dowolną ilość rzędnych osi łuku.  
(Dok. nast.).

Inż. Michał Mazur

Konstruktor I. Katedry Budownictwa wodnego Politechniki Lwowskiej.

## Prędkość opadania ziarn piasku w wodzie i jej znaczenie przy konstrukcji osadników.

(Ciąg dalszy).

6. Wzór Schöne'go („Über Schlammanalyse und einen neuen Schlammapparat). Schöne przeprowadził badania nad zastosowaniem i prawdziwością metod stosowanych przy analizie ziemi, rozkładając najpierw ziemię na szereg grup ziarn, których wymiary badał następnie przy pomocy mikroskopu. Otrzymane wyniki porównywał z formułą Stokes'a. Na podstawie tych badań ustawił swą własną formułę, podobną do formuły Stokes'a jednak odchylającą się od niej ku stronie formuły Allen'a:

$$d = 0,0314 \sqrt[11]{c^7} \dots \dots \dots 17$$

$$\text{względnie } c = 230 d^{11/7} \dots \dots \dots 17 a$$

ważną dla prędkości w granicach od 0,01—1,2 cm/sek. Obliczoną wartość na  $d$  ze wzoru 17 nazywa Schöne średnicą zastępczą (Äquivalentdurchmesser), co jest zrozumiałe, jeżeli się zważy różne kształty i ciężary właściwe cząsteczek mineralnych o wspólnej prędkości opadania  $c$ .

Odchyłki średnic  $d$  obliczonych wzorami Stokes'a i Schöne'go od wartości rzeczywistych, otrzymanych drogą pomiarów przez Schöne'go przy wykonanych przez niego doświadczeniach, podaje Wiegner w następującej tabeli:

Prędkość opadania $c$ cm/sek	Średnica ziarnka $d$ mm	
	według Schöne'go	według Stokes'a
0,02	0,011	0,015
0,2	0,049	0,047
0,7	0,108	0,088
2,5	0,244	0,167

Na rysunku 3 cim wkreślono krzywą według Stokes'a i według Schöne'go. Z rysunku widać, że w granicach stosowności wzoru Schöne'go, powyżej podanych, różnica pomiędzy wartościami oznaczonymi według obu wzorów jest niewielka. Obie krzywe są wypukłością zwrócone ku dołowi, posiadają więc krzywiznę dodatnią.

7. Wzór według oporów ruchu podanych przez Ossen'a, przytoczony przez Kožený'ego w „Wasserwirtschaft“ 1929 w następującej formie:

$$c = -\frac{24 \nu}{d} + \sqrt{\left(\frac{24 \nu}{d}\right)^2 + 2,66 g \cdot d \left(\frac{\gamma_1}{\gamma} - 1\right)}. \dots 18$$

Po wstawieniu wartości za  $\nu = \frac{g \eta}{\gamma} = 0,01145$ , przyczem  $\eta$  jest współczynnikiem lepkości, określonym równaniem 5,  $g$  oznacza przyspieszenie ziemskie,  $\gamma$  ciężar właściwy wody równy jedności i  $\gamma_1$  ciężar właściwy materiału kulki równy 2,51 gr/cm<sup>3</sup>, otrzymuje się wzór ten w ostatecznym kształcie:

$$c = \frac{0,275}{d} (\sqrt{52300 d^3 + 1} - 1) \dots \dots 18 a$$

Wartość dla  $\nu$  obliczono dla temperatury wody 15° C, oraz dla gęstości wody równej jedności. Związek pomiędzy  $c$  i  $d$  wyrażony tym wzorem, nakreślono jako krzywą na osiach współrzędnych na rysunku 2 i 3-cim. Z rysunku widać, że dla małych wartości średnicy  $d$  krzywa jest odwrócona wypukłością ku górze. Krzywa ta została wyprowadzona tylko dla kul, natomiast dla piasku obliczone tem równaniem wartości są za duże.

8. Wzór Allen'a. Już przedtem, przy omawianiu oporów w ośrodku płynnym, podano wzory 7 i 7 a przyjęte przez Allen'a dla wyznaczenia oporów ruchu kulek spadających. Tu przytacza się tylko jego wzór empiryczny, który wyprowadził wychodząc z teoretycznych założeń, badając i poprawiając następnie ostateczny kształt przy pomocy przeprowadzonych przez siebie pomiarów. Wstawiając wartość na opory według równania 7 a w równanie ruchu, oraz przyjmując ruch jednostajny, t. j. przyspieszenie równe zeru, otrzymuje się:

$$4 r^3 \pi (\gamma_1 - \gamma) - c_n \sqrt{\frac{\gamma \eta}{g}} \cdot r^{3/2} c^{3/2} = 0,$$

$$\text{stad: } c = \left(\frac{4 \pi}{3 c_n}\right)^{2/3} \cdot \left(\frac{g}{\gamma \eta}\right)^{1/3} \cdot (\gamma_1 - \gamma)^{1/3} r.$$

W tym wzorze oznacza  $r$  promień kulki,  $\gamma_1$  ciężar właściwy kulki,  $\gamma$  ciężar właściwy wody,  $c_n$  współczynnik liczbowy, o którym była już mowa przy omawianiu równania 7 a, oraz  $\eta$  współczynnik lepkości wody, określony równaniem 5-tem niniejszej pracy.

W ten sposób otrzymał Allen na prędkość opadania  $c$  związek linjowy z promieniem kulki  $r$ , a więc wynik pośredni, jak to się otrzymuje z równań na opory 3- i 4-go, przyczem prosta ta przechodzi przez początek układu współrzędnych.

Po przeprowadzeniu doświadczeń, o których już przedtem wspomniano, Allen doszedł do postaci wzoru nieco odmiennie, aniżeli by to wypadało z ostatniego równania 18. Związek otrzymany przedstawia również linję prostą, jednak w stosunku do poprzednio uzyskanej nieco przesuniętą ku stronie prawej, tak, że przecina dodatnią oś  $x$ -ów, oraz ujemną oś  $y$ -ów. Równanie jej podaje w następującym kształcie:

$$c = k \frac{(\gamma_1 - \gamma)^{2/3} r - h r_k}{\gamma^{1/3} \nu^{1/3}} \dots \dots \dots 19$$

$k$  i  $h$  są współczynnikami liczbowymi, a  $r_k$  promieniem krytycznym, o którym już wyżej była mowa. Allen przyjmuje:  $k = 1/2$ ,  $h = 2/3$ ,  $r_k = 0,0085$  cm,

które wstawione w równanie 19-te zmieniają je w następujący sposób:

$$c = 109,6 \left( \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \right)^{1/2} (d - 0,0068). \quad 19a$$

Wstawiając dla piasku  $\gamma_1 = 2,51$  i  $\gamma = 1,0$  otrzymuje się kształt wzoru ostateczny:

$$c = 144,3 (d - 0,0068). \quad 19b$$

Równanie to przedstawiono wykresnie na rysunkach 2 i 3-cim, z których widać, że związek pomiędzy  $c$  i  $d$  jest linią prostą, przecinającą oś poziomą w punkcie dla  $d = 0,0068$  cm, a oś pionową w punkcie dla wartości na  $c$  równej  $-0,982$  cm/s.

Prosta ta zgadza się z pewnymi grupami pomiarów wykonanych przez Krey'a, t. j. w granicach dla  $d$  od 0,03—0,15 cm, dla wartości dla  $d$  znajdujących się poza tym interwałem różnice są już zbyt duże. Ten interwał jest ze względu na opory ruchu przejściowy pomiędzy oporami ruchu według grupy I-szej, t. j. według Newtona i według II-giej grupy, t. j. według Stokes'a.

Wszystkie powyżej przytoczone równania i wzory na prędkość opadania  $c$ , przedstawiają dwie grupy zasadniczo się różniące pomiędzy sobą. I-sza grupa to są formuły oparte o równanie drugiego stopnia podane przez Newtona, II-ga zaś opiera się o formułę liniową, wyprowadzoną przez Stokes'a. Grupę pierwszą charakteryzuje ruch wody burzliwy, natomiast drugą grupę cechuje ruch wody laminarny, czyli uwarstwiony, zwany także potencjalnym, który istnieje tylko przy bardzo powolnym opadaniu. Ze względu zatem na zupełnie inny obraz oporów ruchu w obu przypadkach, zupełnie inaczej będą się tworzyć prędkości opadania ciał stałych w wodzie. Z rysunku 3-go widoczne jest, że dla ziarn piasku o średnicy wynoszącej poniżej 0,01 cm, prędkość opadania  $c$ , obliczona wzorami drugiej grupy, jest do paręset procent mniejsza, jak wypada ze wzoru Krey'a (równanie 15d). Natomiast dalszy przebieg tych krzywych, dla średnic 0,02—0,05 cm, jest zgodny z doświadczeniami Krey'a, a wreszcie dla wartości na  $d$  powyżej 0,05 cm (rys. 2), krzywe zupełnie od siebie odbiegają. Krzywe 15d i 15e (według Krey'a) dają wyniki zgodne z rzeczywistością, zaś równania grupy pierwszej dają wyniki zupełnie różne od wyników pomiarów. Dalszym bardzo ważnym i charakterystycznym wynikiem, który zaobserwować możemy na rysunku 3-cim, jest okoliczność, że krzywe określone równaniami 16a i 17a są zwrócone wypukłością ku dołowi, mają zatem krzywiznę dodatnią, podczas gdy krzywe oznaczone według poprzednio przytoczonych badań, a określone równaniami 15d, 15e i 15f, są zwrócone wypukłością ku górze, mają zatem krzywiznę ujemną. Krzywa zatem, która miałaby wyrażać ogólny związek pomiędzy średnicą a prędkością opadania, musi być najpierw nachylona do osi  $xx$ -ów, od której odchyła się coraz więcej, w miarę wzrostu średnicy ziarn, zachowując się podobnie jak parabola o osi pionowej. Największe nachylenie krzywa powinna posiadać dla wartości na  $d$  około 0,02—0,03 cm. Jest to przestrzeń, w której należałoby przyjmować opory ruchu według Allen'a, w niej jest właśnie punkt przegięcia się krzywej, powyżej którego krzywa zwolna opada zachowując się dalej jak parabola o osi pionowej, analogicznie do krzywych, podanych przez Krey'a. Dotychczasowe wzory nie obejmują całości przebiegu tej funkcji. Dla wyznaczenia prędkości opadania ciałek mineralnych w wodzie potrzebne są zatem różne równania, które należałoby stosować tylko w granicach dla nich odpowiednich.

\* \* \*

W niniejszej pracy dążono do tego, aby związek pomiędzy średnicą ziarnka piasku  $d$  a jego prędkością opadania w wodzie  $c$  przedstawić ogólniej, za pomocą jednej linii krzywej, posiadającej powyżej opisanego kształt, t. j. początkowo zbliżonej do krzywych grupy Stokes'a, a dalej po przejściu przez punkt przegięcia zbliżającej się do krzywych grupy Newtona.

W tym celu zastanówmy się najpierw nad znaczeniem dla oporów ruchu warstewki wody otaczającej ziarno ze wszystkich stron, z powodu lepkości z niem związanej, tak że należałoby ją w czasie ruchu uwzględnić i zaliczyć raczej do opadającego ziarna, niż do osrodka, w którym się ruch odbywa. Cząsteczki wody w tej warstewce przesuwały się w czasie ruchu ciała z prędkością tem mniejszą, im leżą bliżej ściany ciałka opadającego. Przesuwanie się to jest w porównaniu z prędkością względną pomiędzy resztą cieczy a ciałem nieznaczące, tak, że je w niniejszym rozważaniu przyjmujemy równe zeru i będziemy rozważać ruch ziarenek wspólnie z otaczającą je przysięnną warstewką wody.

Grubość warstewki przysięennej jest bardzo mała, wynosi bowiem zaledwie mały ułamek milimetra. Według Broszki („Über turbulente Strömung durch Röhren“), ma ta warstewka grubość około 0,032 cm, inni autorzy podają cyfry jeszcze mniejsze. Na ruch ciał o średnicy  $d$  wynoszącej powyżej 0,1 cm, wpływ tej warstewki jest mały, natomiast dla ziarenek drobniejszych niż grubość warstewki przysięennej, wpływ ten okazuje się stosunkowo dość duży.

Na podstawie powyższego jako  $f$  w równaniu 3-cim i następnych należy rozumieć rzut ciała poruszającego się w wodzie razem z warstewką przysięenną, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku ruchu. Wobec tego dla ziarenek kulistych o średnicy  $d$  i o grubości warstewki przysięennej  $a$ , wielkość rzutu poziomego wynosi:

$$f = \frac{(d+2a)^2}{4} \pi, \quad 20$$

a ogólne równanie ruchu, wyrażone równaniem 14f przybierze kształt następujący:

$$\frac{d^3}{6} \pi (\gamma - 1) = C \cdot \left[ \frac{(d+2a)^2}{4} \pi \right]^m a^n,$$

z którego:

$$c = K (\gamma - 1)^{1/n} \cdot \frac{d^{3/n}}{(d+2a)^{2m/n}}, \quad 21$$

jeżeli podstawimy  $K = \left( \frac{4^m \cdot \pi^{1-m}}{6 \cdot C} \right)^{1/n}$  . . . . . 21a

Grubość przysięennej warstewki wody  $a$ , a względnie tej jej części, która bierze udział w ruchu opadania ziarnka, przyjmuje się w niniejszym rozważaniu równą 0,11 mm, gdyż ta wartość najbardziej odpowiada warunkom krzywej poprzednio określonym. Wielkość  $a$  ma wpływ na położenie punktu przegięcia krzywej i z uwagi na jego położenie została wartość  $a$  wyznaczona.

Co się tyczy wykładników  $m$  i  $n$ , wyznaczono je empirycznie na tej zasadzie, aby krzywa narysowana według równania 21-go jak najbardziej zgadzała się z krzywą przebiegu badanego zjawiska, już przedtem szczegółowo opisanego i przedstawionego graficznie na rysunkach 1-, 2- i 3-cim. Otóż po licznych próbnych przyjęciach wykładników  $m$  i  $n$  okazało się, że kształt krzywej najbardziej nagina się do spostrzeżeń Krey'a, a zarazem czyni zadość warunkom poruszania się według Stokes'a i badań metodami spławiania, gdy przyjmiemy:

$$\left. \begin{aligned} 3/n &= 2,05 \\ 2m/n &= 1,65 \end{aligned} \right\} \quad 22$$

z czego otrzymuje się:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{3}{2,05} = 1,464 \\ m &= \frac{1,65}{2 \cdot n} = 1,208 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 22 a.$$

Wartości te są również bardzo zbliżone do wartości podanych przez Allen'a. Uwzględniając powyższe wartości w równaniu 21-szem, oraz przyjmując, że dla  $d=1,0 \text{ cm}$  jest prędkość równa  $42,2 \text{ cm/s}$  przy ciężarze właściwym  $\gamma=2,51 \text{ gr/cm}^3$  otrzymuje się:

$$42,2 = K \cdot (1,51)^{0,683} \cdot \frac{1,0^{2,05}}{(1,0+0,022)^{1,65}},$$

z którego otrzymuje się wartość stałej  $K=33,0$ , a wreszcie ostateczny kształt równania:

$$c = 33,0 (\gamma - 1)^{0,683} \cdot \frac{d^{2,05}}{(d+0,022)^{1,65}} \dots \dots \dots 23$$

W równaniu tem, dla bardzo małych średnic w porównaniu z wielkością  $a$ , można pierwszy wyraz mianownika opuścić, a otrzymamy w granicznej wartości:

$$c = \text{stała} \cdot d^{2,05}, \dots \dots \dots 23 a$$

natomiast dla średnic dużych można znowu drugi wyraz mianownika opuścić, a wtedy otrzymuje się następujący kształt równania:

$$c = \text{stała} \cdot d^{0,4} \dots \dots \dots 23 b$$

Równanie 23 a zbliża się kształtem do wzoru podanego przez Stokes'a, natomiast równanie 23 b, jest znowu zbliżone do równań wyprowadzonych na podstawie przyjęcia oporów ruchu według Newtona, a więc i z równaniami według Krey'a.

Krzywa określona równaniem 23-ciem, posiada punkt przegięcia dla  $d=1,63 \cdot a$ , czyli gdy średnica  $d$  jest równa  $0,018 \text{ cm}$ . Na rysunkach 1-, 2- i 3-cim narysowano krzywą według równania 23-ciego, przyjmując

konanie spostrzeżeń dla tak drobnych, prawie gołem okiem niedostrzegalnych cząsteczek, w porównaniu do spostrzeżeń wykonanych z cząsteczkami większymi, nastęrcza możliwość w pierwszym przypadku o wiele większych błędów, niż dla cząsteczek grubszych, — przyjęto powyżej wyszczególnione dwie pierwsze grupy spostrzeżeń Krey'a jako niepewne, a krzywą określoną równaniem 23-ciem dostosowano bardziej do krzywych grupy według Stokes'a.

Co się tyczy liczenia przy pomocy wzoru 23-go, które jest trochę uciążliwe, ze względu na wykładniczy kształt równania, przeprowadza się je w ten sposób, że dla:

a)  $\gamma=2,51 \text{ gr/cm}^3$ , względnie dla wartości niewiele różnych, t. j. 2,46—2,56, można odczytywać wprost na  $c$ , wyznaczonej dla  $\gamma=2,51$ , a narysowanej na rysunkach 1-, 2- i 3-cim. Błąd wywołany z powodu tak małej różnicy ciężaru właściwego jest praktycznie bez znaczenia.

b) Dla innych ciężarów właściwych, odchylających się znacznie od 2,51, można rzędną wyznaczoną dla  $\gamma=2,51 \text{ gr/cm}^3$  z krzywej przez odczytanie z rysunku, pomnożyć przez stosunek  $\left(\frac{\gamma-1}{2,51-1}\right)^{0,683}$ , a wartości potęg licznika i mianownika odczytać z dodatkowego rysunku, zamieszczonego na rysunku 3 cim.

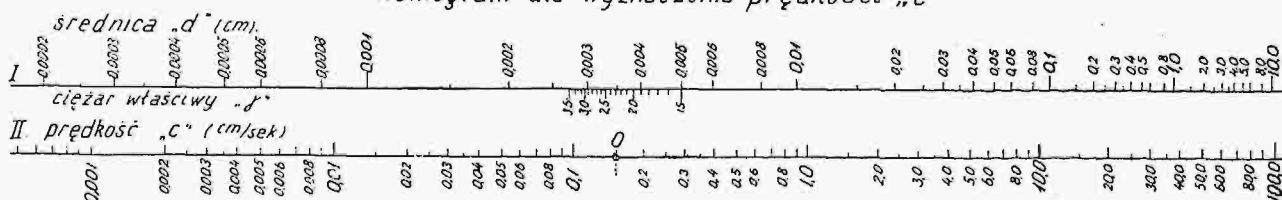
Przykład: Dla danej średnicy  $d=0,1 \text{ cm}$  i  $\gamma=-2,1 \text{ gr/cm}^3$ , wyznaczyć prędkość opadania.

Na krzywej (rys. 2) odczytuję dla  $d=0,1 \text{ cm}$  wartość  $c=12,5 \text{ cm/s}$ . Na rysunku 3-cim odczytuję na wykresie bocznym: dla  $\gamma=2,51$ ,  $(\gamma-1)^{0,683}=1,325$   
 $\gamma=2,1$ ,  $(\gamma-1)^{0,683}=1,069$ ,

a zatem szukana prędkość wynosi:

$$c = 12,5 \cdot \frac{1,069}{1,325} = 10,1 \text{ cm/s}.$$

Nomogram dla wyznaczenia prędkości „c”



Rys. 4.

ciężar właściwy  $\gamma=2,51 \text{ gr/cm}^3$ , t. j. przeciętny z ciężarów właściwych ziarn użytych przez Krey'a. Krzywa ta ze wszystkich wkreślonych najbardziej dostosowuje się do pomiarów, przechodząc przez największe zagęszczenie punktów, należących do poszczególńych grup pomiarów. Leży ona nieco za nisko tylko w grupie pomiarów dla średnic pomiędzy  $0,1-0,25 \text{ cm}$ , ta jednak różnica będzie mniejsza, jeżeli się zważy, że dla tej właśnie grupy pomiarów wypada ciężar właściwy nieco większy, t. j. około  $2,6 \text{ gr/cm}^3$ .

Z rysunku 3-go widać, że dwie grupy spostrzeżeń wykonanych przez Krey'a dla najdrobniejszych ziarn piasku, t. j. dla  $d$  równego  $0,0025$  i  $0,007 \text{ cm}$ , rażąco odstępują od krzywych grupy Stokes'a. Również na wykresnym zestawieniu Krey'a, zamieszczonym w jego pracy można zauważyć, że te dwie skrajne grupy punktów nie zgadzają się z resztą spostrzeżeń i przesuwają linię Krey'a, przedstawioną równaniem 15 d, zanadto ku górze. Takie przesunięcie pogorszyło znacznie jej położenie ze względu na następne spostrzeżenia, t. j. dla grup o średnicach  $0,0115$  i  $0,019 \text{ cm}$ . Uwzględniając ponadto także i tę okoliczność, że wy-

Oprócz tego zamieszczono na rysunku 4-tym nomogram dla wyznaczenia wartości  $c$ , dla danych  $d$  i  $\gamma$ . Dla wartości podanych w powyższym przykładzie znajduje się  $c$  w następujący sposób: Stawia się cyrkiel na linii I szej (górnjej), tak, aby jedno ostrze opierało się o punkt odpowiadający ciężarowi właściwemu  $\gamma=2,1$  podziałki dla ciężaru właściwego, a drugie na punkcie podziałki  $d$ , odpowiadającym średnicy równej  $0,1 \text{ cm}$ . W ten sposób otrzymaną rozpiętość cyrkla przenosi się równolegle na podziałkę II-gą, tak, aby koniec pierwszy t. j. postawiony na podziałce  $\gamma$ , znalazł się w punkcie  $O$ , zaznaczonym na linii II-giej. Natenczas drugi koniec cyrkla wskaże wartość dla prędkości opadania na podziałce na  $c$ , która jest równa w tym wypadku  $10,0 \text{ cm/s}$ , zgodnie z obliczeniem w poprzednim przykładzie.

Granice stosowalności powyżej wyprowadzonego wzoru wynikają z materiału użytego do jego wyprowadzenia, a więc dla wartości  $\gamma$  i  $d$ , jakie były użyte przy przeprowadzeniu doświadczeń przez Krey'a, oraz dla ziarn o średnicy znacznie mniejszej, t. j. takiej, jaką praktycznie uznaje się za najmniejszą przy analizie ziemi, a więc około jednej tysięcznej centymetra. (C. d. n.).

## Ocena gruntów i budynków mieszkalnych.

(Dokończenie).

## II. Budynki mieszkalne.

Ocena wartości budynku obejmuje dwie wartości, t. j. A) wartość techniczną, B) wartość dochodową. Utartym zwyczajem przyjmuje się jako wartość ostateczną średnią z wartości A) i B). Sposób ten w dzisiejszych czasach jest może nie zupełnie słuszny jeśli się zważy, że przedwojenny typ właściciela nieruchomości, traktującego swój dom czynszowy z pewną dozą sentymentalizmu jakgdyby jakąś istotą żywą, stanowiącą oparcie dla niego i jego rodziny, zniknął już niemal zupełnie. Obecnie dom czynszowy jest wyłącznie przedmiotem eksploatacji; kupuje się go, jeśli jest dochodowy, a sprzedaje bez cienia żalu, jeśli się nie rentuje. Ta eksploatacja kapitału, posunięta aż do skrajności, uwidacznia się najlepiej w domach starych, gdzie właściciele wyzyskując „zasiedzenie się” lokatorów, pozostawiają dom w stanie zupełnego zaniedbania, żałując wydatku na najpotrzebniejsze roboty konserwacyjne.

To psychiczne nastawienie ogółu właścicieli nieruchomości daje wybitną przewagę wartości dochodowej nad techniczną tem więcej, że dochody z budynków postawionych po wojnie światowej, wystarczały nie tylko na oprocentowanie, lecz także na amortyzację kapitału w czasie stosunkowo krótkim 15—25 lat, po upływie którego budynek mógł się rozsypać w gruzy. Pewien nawrót ku normom przedwojennym zapowiada niejako zniżkowa tendencja czynszów, której konsekwentnym następstwem będzie pewne przedłużenie okresu amortyzacji.

A. Ocena wartości technicznej przeprowadza się zazwyczaj na podstawie określenia ceny jednostkowej za  $1 m^2$  zabudowanej powierzchni, mierząc tę powierzchnię w planie parteru, albo za  $1 m^3$  zabudowanej przestrzeni, którą się otrzymuje mnożąc powyższą powierzchnię przez wysokość, liczoną od podłogi sutereny do podłogi strychu. Ten drugi sposób określenia jest pewniejszy, gdyż uwzględnia również wysokość poszczególnych kondygnacji samych w sobie. Powojenna oszczędność w budowie doprowadziła do zmniejszenia przeciętnej wysokości ubikacji mieszkalnych w świetle z wymiarów 3.5—3.7 m na 2.8—3.0, tj. nawet o 20%. Okoliczność ta nasuwa potrzebę każdorazowej kontroli wartości budynku na podstawie zabudowanej przestrzeni.

Punktem wyjścia dla ustalenia ceny jednostkowej za  $1 m^3$  kubatury jest koszt tej jednostki w budowlu nowej, przyjęty na podstawie cyfr doświadczalnych pobranych z budynków świeżo ukończonych o podobnym wyposażeniu.

Na cenę jednostkową wpływają przede wszystkim wysokość kondygnacji i ich ilość. Mianowicie cena ta maleje zarówno ze wzrostem wysokości, jak też i ilości kondygnacji. I. Luft „Przegląd budowlany” 1930 Nr. 2 wykazuje na konkretnym przykładzie, że oszczędność budowy przy niskich kondygnacjach jest znacznie mniejsza niżby to wypadało z kubatury, gdyż zaoszczędzona kubatura jest przeszło 3 razy tańsza. Dalej im większa ilość kondygnacji, tem na większą kubaturę rozkłada się koszt fundamentów, piwnic i dachu. Łączny wpływ wysokości i ilości kondygnacji na cenę jednostkową kubatury obejmuje Luft tabelą, biorąc za podstawę cenę jednostkową budynku o 4-ch kondygnacjach wysokości po 3,15 m równą 100%.

Znaczny wpływ na cenę jednostkową ma stopień wyposażenia, który się silnie zarysowuje w porównaniu budynków starych z nowoczesnymi, posiadającymi niemal w każdym mieszkaniu kompletną łazienkę opalaną gazem, kuchenny piec gazowy, centralne ogrzewanie i t. d.

Wypośredniczona cena jednostkowa pomnożona przez kubaturę daje wartość danego budynku taką, jakaby posiadał, gdyby go dopiero co zbudowano i ukończono.

wys. m ilość kondyg.	3,15	3,25	3,35	4,45	3,55
4	100,0	98,0	96,1	94,4	92,7
3	102,4	100,4	98,4	96,7	94,9
2	108,6	106,4	104,4	102,5	100,7
1	121,6	119,0	116,7	114,7	112,7

Od wartości tej należy potrącić odpowiedni procent zużycia, które zazwyczaj będzie normalnym, t. j. pochodzącym z normalnego używania przez lokatorów (wyjąwszy oczywiście wypadki zniszczenia przez pożar, eksplozję, wyjątkowe powodzie i t. p.).

Ten stopień normalnego zużycia domu zależy od wieku budynku i zależnie od tego ostatniego czynnika stopień ten bywa rozmaicie obliczany.

Punktem wyjścia dla określenia stopnia zużycia będzie okres lat przyjęty jako cały czas istnienia budynku, czyli jego żywotność. Autorzy traktujący ocenę budynków rozróżniają:

a) żywotność bezwzględna, t. j. okres czasu, po upływie którego utrzymanie budynku jest niemożliwe bez gruntownych robót rekonstrukcyjnych,

b) żywotność gospodarczą trwającą tak długo, dopóki użytkowanie budynku przynosi właścicielowi korzyści, przewyższające normalne oprocentowanie kapitału, wyłożonego na budowę, oraz najwyższą możliwą do uzyskania rentę gruntową. Z chwilą gdy dochody tak zmniejszą, że nie przedstawiają więcej tej nadwyżki nad zwyczajnym oprocentowaniem wkładów, budynek osiągnął kres żywotności gospodarczej,

c) żywotność prawdopodobną, uzależnioną od wydarzeń katastrofalnych jak pożar, uderzenie piorunu, eksplozja, trzęsienie ziemi, powódź, a przede wszystkim — co najczęstsze — że budynek nie odpowiada więcej wymaganiom społecznym,

d) żywotność księgową, opierającą się na tej zasadzie, że kapitał wyłożony na budowę winien nie tylko przynosić procenty, lecz zwrócić się w całości po upływie określonej ilości lat. Ten proces amortyzacyjny przedstawia się ksiązkowo jako coroczne odpisanie z dochodu pewnej stałej kwoty, która złożona w banku na procent składany, da po upływie przyjętego okresu cały kapitał budowy. Przewidywanie kupiecka nakazuje wysokość raty amortyzacyjnej tak obliczyć, aby okres jej pełnej kapitalizacji czyli t. zw. żywotność ksiązkowa, był krótszy, niż przewidywana żywotność poprzednio wymienionych kategorii.

Oceniając stopień technicznego zużycia budynku, należy się zastanowić, jakiego rodzaju żywotność przyjąć za podstawę rachuby. Żywotność bezwzględną oceniano przed wojną dość wysoko, w zależności od miejsca, materiału użytego do budowy oraz staranności wykonania, przytem rozwartość odnośnych cyfr też była znaczna, n. p. dla budynków murowanych w wykonaniu prostszym o mieszkaniach 1—5 pokojowych, ze stropami drewnia-



nymi przyjmowano żywotność 80—100 lat, zaś dla pałaców w bardzo bogatym wykonaniu i wyposażeniu 200—300 lat. (por. Junk „Wiener Bauratgeber“). W obecnych stosunkach, mimo znacznych postępów w konstrukcji budowlanej, żywotność budynku ograniczona jest raczej względami nowoczesnej urbanistyki, której ofiarą padają nieraz zdane jeszcze do użytku budowle dla poszerzenia ulic istniejących, czy też przebiecia nowych. Jednak powiedzmy sobie, że objaw ten narazie ogranicza się do wielkich metropoli świata, a w nieznanym tylko stopniu przenika do miast naszych, to w każdym razie jesteśmy świadkami tak gruntownej przemiany w poglądach na wygody w urządzeniu mieszkań, że kto wie, czy obecnie wznoszone budynki mieszkalne za lat kilka nie staną się zupełnie niezdatnymi do zamieszkania, a w każdym razie nie będą stały pustką. Wystarczy sobie uprzytomnić, że nawet bezpośrednio przed wojną światową budowane mieszkania bez łązinek, gazu i t. p. o zupełnie wadliwym rozkładzie ubikacji, dzisiaj nie cieszą się popytem wybredniejszej publiczności. Cóż jeszcze mówić o centralnym ogrzewaniu, którego brak bywa jeszcze tolerowany u nas skutkiem przesądu co do zdrowotności, jednak zagranicą należy już do kardynalnych wad budynku. To samo dotyczy innych urządzeń nowoczesnych, jak centralne doprowadzenie ciepłej wody, kuchnia gazowa, wyciąg osobowy, domowa pralnia i susznia mechaniczna i t. p. Wreszcie nierzadko spotykamy w śródmieściu większych miast domy parterowe i jednopiętrowe stosunkowo nie stare, jednak bliskie załgady, ponieważ ich fundamenty nie pozwalają na nadbudowę.

Tak więc żywotność bezwzględna w okresie powojennym stała się pojęciem niemal fikcyjnym, a temsamem starczy wiek budynku rzadko osiągalną cyfrą. W miejsce jej wstępuje żywotność gospodarcza względnie prawdopodobna, które najogólniej streszczają się w tem określeniu: budynek osiągnął swój kres, gdy bez dużego nakładu kosztów nie da się tak zastosować do społecznych wymagań mieszkalności, aby przynosił odpowiednio do wyłożonego kapitału zyski. I wtedy budynek taki powinien być zburzony, aby ustąpić miejsca budowli nowoczesnej. Gdyby nie rygorystyczna i anormalna ustawa o ochronie lokatorów, która zahamowała wzrost czynszów równoległe do powojennych kosztów budowy, byłibyśmy świadkami powszechnego bojkotu starych domów, które o ile ich rozkład nie dozwoliłby na modernizację, musiałyby ulec zburzeniu dla braku lokatorów. Ten okres przełomowy zdaje się zbliżać powoli, a zapowiedzią jego z jednej strony jest spadek czynszów w budynkach nowych, z drugiej strony przypuszczalny wzrost czynszów w budynkach starych, jako następstwo obecnego stałego wzrostu podatku od nieruchomości.

Uzależniwszy w ten sposób stopień zużycia technicznego nie tylko od zużywania się substancji, lecz także w pewnej mierze od przestarzałego typu i wyposażenia, musimy jednak stwierdzić, że u nas w Polsce przy obecnym niezbyt silnym ruchu budowlanym, oraz konserwatywności przeciętnego lokatora, przeważna ilość domów starszych jeszcze przez dłuższy czas może cieszyć się popytem lokatorów nawet po nastaniu wspomnianego wyżej okresu przełomowego, o ile domy te ulegną jakiejś takiej modernizacji w granicach możliwości technicznej i finansowej.

Idąc po tej linii możemy tę żywotność techniczną traktować cokolwiek optymistycznie nie przekraczając jednak w żadnym wypadku lat 100.

Stopień zużycia obliczać można zapomocą odpowiednich formuł.

Metoda proporcjonalności  $E = S \cdot \frac{n}{N}$ ,

gdzie  $E$  = utrata wartości,  $S$  = Kapitał budowy,  $n$  = wiek budynku,  $N$  = żywotność budynku, bywa stosowana przy bardzo lichem utrzymaniu budynku, formuła Eytelweina  $E = S \cdot \frac{n^2}{N^2}$  daje się stosować przy bardzo starannem utrzymaniu budynku.

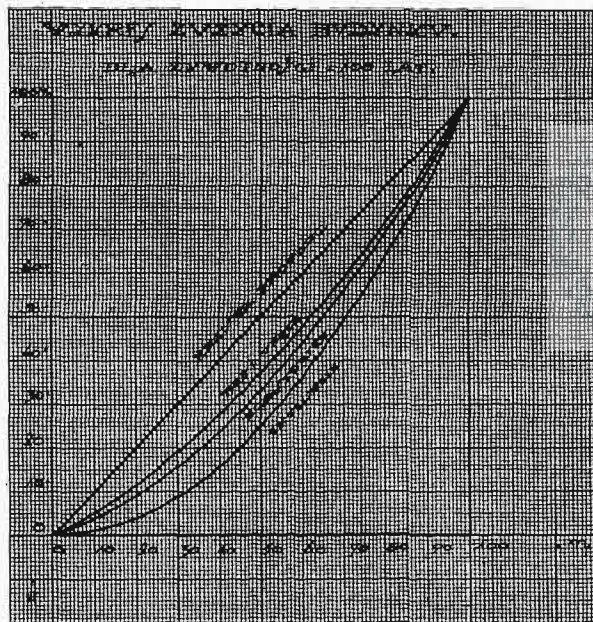
Oceniając wyniki metody proporc. jako zbyt duże, wzoru Eytelweina jako zbyt małe Unger stosuje średnią:  $E = S \cdot \frac{n(n+N)}{2N^2}$  przy przeciętnie dobrem utrzymaniu budynku. Romstorfer podaje:

$$E = S \cdot \frac{n(2n+N)}{3N^2}$$

Ross opierając się na danych doświadczalnych, które podobnie jak i przeważna część formuł wskazują niejednostajność zużycia, lecz przyrost jego z wiekiem budynku, dzieli całą żywotność na 5 równych odcinków i przyjmuje zużycie budynku w pierwszym okresie na  $\frac{1}{5}$ , w drugim  $\frac{2}{5}$ , w trzecim  $\frac{3}{5}$ , w czwartym  $\frac{4}{5}$ , w piątym  $\frac{5}{5}$  przeciętnej cyfry zużycia. Tę przeciętną roczną cyfrę zużycia w procentach przyjmuje Ross =  $\frac{100}{\text{żywotność}}$  i na

tej podstawie podaje dla:

żywotności . . .	50	75	100	125	150 lat
w 5 okresach po	10	15	20	25	30 „
procent zużycia	2	4/3	1	4/5	2/3 „



Rys. 3.

Na wykresie (rys. 3) przedstawiono dla żywotności budynku = 100 lat, krzywe zużycia wg. wymienionych formuł; krzywa górna odpowiada zużyciu przy b. lichem, krzywa dolna przy b. starannem utrzymaniu budynku. W obrębie powierzchni objętej temi krzywymi mieszczą się rzędne zużycia zachodzącego w praktyce. Krzywe Rossa i Ungera pokrywają się prawie zupełnie, co widać z nast. przykładu:

Przykład: Budynek, którego żywotność przyjęto na lat sto, istnieje lat 35, zatem przeciętna roczna cyfra zużycia wynosi 1%. Z tej żywotności upłynął pierwszy okres lat 20 i 15 lat drugiego okresu. Zmniejszenie wartości wynosi:

$$\text{wg. Rossa} \quad S \cdot \frac{1}{100} \cdot \left( \frac{3}{5} \cdot 20 + \frac{4}{5} \cdot 15 \right) = 24,0\% S$$

$$\text{wg. Ungera} \quad S \cdot \frac{35(35+100)}{2 \cdot 100^2} = 23,6\% S$$

wg. metody prop.  $S \cdot \frac{35}{100} \dots = 35,0\% S$

Stosując wzory powyższe należy wziąć pod uwagę stan utrzymania budynku. Ponieważ największym wrogiem budynku jest woda pod postacią opadów atmosferycznych, oraz woda wodociągowa i gruntowa, należy przede wszystkim zbadać stan pokrycia i więźby dachowej, stan instalacji wodociągowej, oraz stan izolacji budynku od gruntu. Równolegle z zawilgoceniem występuje kwestja ewentualnego zagrzybienia domu, wymagająca b. starannych oględzin całego budynku. Stwierdzenie bowiem grzyba szczególnie w domu starszego typu, t. j. posiadającego stropy i ścianki wewnętrzne drewniane, wpływa decydująco na utratę jego wartości. O ile wynik oględzin jest pomyślny, t. zn., że budynek oprócz normalnego zużycia przez mieszkańców nie podlega niszczeniu przez elementy obce, można budynkowi rokować dłuższy żywot.

W ocenie dewaluacji budynku należy też mieć na względzie możliwość jego modernizacji niezbyt wysokim kosztem, gdyż jak wyżej powiedziano, budynek jeszcze używalny może stać pustką z powodu braku nowoczesnych urządzeń.

Dokładniejszą cyfrę utraty wartości daje ocena zużycia poszczególnych części składowych budynku. Trwałość najszybciej niszczących przedmiotów budynku można ustalić w następujących cyfrach przybliżonych:

farba wapienna i klejowa 3 lata	ogrzewanie centralne:
„ olejna . . . . . 6 lat	rury parowe . . . . . 15 lat
tapety . . . . . 9 „	„ wodne . . . . . 20 „
piece . . . . . 10—20 „	kołły parowe . . . . . 12 „
podłogi miękkie . . 15—20 „	„ wodne . . . . . 18 „
pokrycie dachu:	grzejniki parowe . . . . 30 „
papą . . . . . 5—12 „	„ wodne . . . . . 30 „
cynkiem . . . . . 30—50 „	instalacje wodociągowe:
dachówką . . . . . 30—50 „	wanny, umywalki, muszle,
łupkiem . . . . . 50—75 „	kłozety, piece łazien-
cementem drzewnym, } prawie nie-	kowe . . . . . 20—30 „
ołowiem, miedzią } ograniczona	

Szacując budowlę zazwyczaj nie sporządza się szczegółowego kosztorysu, dlatego oceniając zużycie poszczególnych przedmiotów, trzeba by jakąś metodą uproszczoną i szybką ustalić przybliżony udział kosztu tych przedmiotów w ogólnych kosztach budowy:

1. **Mury:** pomierzywszy i obliczywszy powierzchnię zabudowaną  $A_b$  można przyjąć przeciętny w niej udział murów  $A_m = 20\% A_b$ . Pomierzywszy wysokość budynku  $n$  od fundamentów (względnie w przybliżeniu od podłogi piwnic) do podłogi strychu, co najłatwiej uczynić w klatce schodowej, otrzymuje się  $kubaturę\ murów = A_b \cdot n$ . Zużywalność murów jest zazwyczaj nieduża, wyjąwszy wypadki budowy na gruncie grząskim lub usuwistym. To samo dotyczy fundamentów i stropów ogniotrwałych (żelbetowych, sklepionych, sklepionych między dźwigarami żel. i t. p.).

2. **Fundamenty:** Kubatura ich jest w budynku istniejącym zawsze niepewna i usuwa się z pod kontroli, dlatego przyjęcie jest z konieczności b. dowolne, n. p. powierzchnia murów w planie pomnożona przez 1,5—3,0  $m$ , zależnie od wysokości budynku, zatem 1,5 do 3,0  $A_m$ .

3. **Stropy ogniotrwałe:** powierzchnia stropów jednej kondygnacji wynosi  $A_s = A_b - A_n = 80\% A_b$ , z czego jeszcze należy potrącić powierzchnię klatki schodowej, z wyjątkiem ostatniej kondygnacji, nad którą jest zazwyczaj strop ogniotrwały.

4. **Stropy drewniane:** oblicza się analogicznie. Żywotność ich jest nierównomierna tak, że stopień zużycia ocenić należy z wyglądu zewnętrznego, kierując się wielkością ich ugięcia, poważniejszym spekaniem sufitów i t. d.

5. **Więźba dachowa:** powierzchnię należy przyjąć  $= A_b$ , stopień zużycia ocenia się na podstawie oględzin, ewentualnie próbnego nawiercenia niektórych podejrzanych belek.

6. **Pokrycie dachu i gzymsu okapowego:** powierzchnia pokrycia  $=$  powierzchni  $A_b$  pomnożonej przez współczynnik zwiększający zależny od kąta nachylenia połaci, który się ocenia na oko. Wynosi on dla odchyień

20	30	40	50	60°
1,06	1,15	1,31	1,56	2,00

Powierzchnię gzymsu okapowego otrzymuje się mnożąc długość okapu przez przeciętną szerokość gzymsu również ocenioną z wejrzenia. W pozycję tę można włączyć rynny i rury spustowe, rynny w metrach bieżących okapu, rury spustowe w ilości sztuk razy wysokość budynku. Dla prostoty cenę 1  $mb$  rynny czy też rury można przyjąć równą cenie 1  $m^2$  pokrycia gzymsu, a jeżeli dach jest kryty blachą, równą też cenie 1  $m^2$  pokrycia dachu. Stopień zużycia według oceny względnie tabeli jw.

7. **Ścianki działowe cienkie do 10 cm grubości:** skrócone obliczenie powierzchni jest dość utrudnione, dlatego trzeba się zadowolnić przyjęciem dosyć dowolnym, n. p. że powierzchnia ścianek na każdej kondygnacji  $= \frac{3}{4} A_b$ . Stopień zużycia zależny od materiału można określić na podstawie oględzin powierzchniowych.

8. **Okna:** ilość należy policzyć, co nie sprawia żadnego kłopotu. Zużycie największe w okiennicach zewnętrznych narażonych na wpływy atmosferyczne. Można pewną ilość sztuk ocenić jako zupełnie zużyte, wymagające wymiany, inne w procentach zużycia.

9. **Drzwi:** również policzyć ilość sztuk na każdej kondygnacji bez względu na rodzaj ich i wielkość i pomnożyć przez ilość kondygnacji. Zużycie drzwi wewnętrznych zazwyczaj mniejsze niż okien, drzwi zewnętrznych (o ile z drzewa miękkiego) większe. Ponieważ przeciętny stopień zużycia drzwi bywa mniejszy niż okien, można nie wyłączać sztuk zupełnie zużytych, lecz wszystkie obciążyć jednakim stopniem zużycia.

10. **Wyprawy wewnętrzne:** powierzchnia sufitów  $=$  sumie powierzchni stropów ad poz. 3) i 4) z wytrąceniem stropu piwnic, który zazwyczaj jest niewyprawiony. Powierzchnia ścian nie da się obliczyć prostym sposobem i trzeba ją przyjąć n. p. równą 3,5-krotnej powierzchni sufitów. Zużycie jest niejednolite i trzeba je ustalić szacunkowo.

11. **Wyprawy zewnętrzne:** oblicza się stosunkowo łatwo z zewnętrznych wymiarów budynku. Zużywalność ich jest znaczna.

12. **Podłogi:** łączna ich powierzchnia  $=$  sumie powierzchni stropów. W budynku przeciętnym znajduje się zazwyczaj 3—4 gatunków podłóg; przybliżone oznaczenie ilościowe poszczególnych ich rodzajów przedstawiono na przykładzie w dalszym ciągu.

13. **Piece:** ilość sztuk na każdej kondygnacji pomnożona przez ilość kondygnacji.

14. **Schody i podesty:** jako powierzchnię biegów można przyjąć na każdej kondygnacji powierzchnię rzutu poziomego klatki schodowej pomnożoną przez współczynnik zwiększający z powodu skosu około 1,1 o ile schody i podesty zajmują całą przestrzeń klatki schodowej. Nieco kłopotliwsze jest osobne obliczenie podestów w  $m^2$  i stopni w  $mb$ . Górną powierzchnię stopni i podestów, o ile nie są w kamieniu naturalnym, można zaliczyć do poz. 12.

15. **Balustrady schodów i ganków:** obliczenie w  $mb$  stosunkowo łatwe.

16. **Instalacje wodociągowe** oblicza się według ilości przedmiotów, jak komplety łazienek (piec

wraz z wanną), klozety kompletne, umywalnie, muszle i t. p.; wszystkie te przedmioty łącznie z odpowiednią częścią rurociągów i armatur, których już się nie wstawia osobno.

17. Instalacje gazowe według ilości wypustów wraz z odnośną częścią rurociągów.

18. Instalacje elektryczne również według ilości wypustów.

19. Malowanie ścian i sufitów: powierzchnia = powierzchni wypraw wewnętrznych. Malowanie olejne okien, drzwi, balustrad i t. d. wliczyć należy do pozycji dotyczących tych przedmiotów.

Przykład: Budynek 3 piętrowy, którego plan I. piętra przedstawiono na rys. 1 zbudowano przed 35 laty. Należy określić stopień zużycia na podstawie oględzin.

Powierzchnia zabudowana wynosi:

$$A_b = 16,00 \cdot 14,14 - 2 \cdot 1,00 \cdot 1,80 = 222 \text{ m}^2.$$

Wysokość kondygnacji:

$$\begin{aligned} \text{piwnice } 2,0 \text{ m w świetle} + 0,3 \text{ m strop} &= 2,3 \text{ m} \\ \text{parter I, II, III p. po } 3,3 \text{ m św.} + 0,45 \text{ m strop} &= 15,0 \text{ „} \\ \hline n &= 17,3 \text{ m} \end{aligned}$$

1. Mury: powierzchnia w planie  $A_m = 20\%$   $A_b = 45 \text{ m}^2$ . Kubatura:  $= 45 \cdot 17,3 = 780 \text{ m}^3$ . Stan murów dobry, przyjęto zużycie  $10\%$ .

2. Fundamenty: Kubatura  $\approx 2,5 \cdot A_m = 2,5 \cdot 45 = 110 \text{ m}^3$ . Zużycie małe (jak w przeważnej ilości wypadków), przyjęto  $5\%$ .

3. Stropy sklepienie na dźwig. żel. nad suterena, parterem i klatką schodową: Powierzchnia ich na obu kondygnacjach:

$$\begin{aligned} 2 A_s &= 2 (80\% A_b - \text{pow. klatki schod. } 7,1 \cdot 2,3) = \\ &= 2(177 - 16) \dots \dots \dots = 322 \text{ m}^2 \\ \text{strop nad klatką schodową} \dots \dots &= 18 \text{ „} \\ \hline &= 340 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Zużycie małe, przyjęto  $10\%$ .

4. Stropy drewniane nad I, II, III p.:

$3 A_s = 3(177 - 16) = 480 \text{ m}^2$ . Z powodu niepewności co do stanu belek przyjęto zużycie  $25\%$ .

5. Więźba dachowa: Powierzchnia  $= A_b = 222 \text{ m}^2$ , zużycie  $25\%$ .

6. Pokrycie dachu i gzymsów okapowych. Nachylenie połaci ok.  $30^\circ$ .

Powierzchnia  $= 1,15 \cdot A_b + \text{gzymsy } 0,6 \text{ m szer. } 16 \text{ mb } 2 = 275 \text{ m}^2$ . Włączono w tę pozycję rynny  $16 \cdot 2 = 32 \text{ mb}$  i rury deszczowe  $17 \cdot 2 = 34 \text{ mb}$ , razem  $66 \text{ mb}$  i przyjęto dla uproszczenia cenę  $1 \text{ mb}$  równą cenie  $1 \text{ m}^2$  pokrycia  $275 + 66 = 340 \text{ m}^2$ . Zużycie  $100\%$ .

7. Ścianki drewniane działowe; powierzchnia ścianek na każdej kondygnacji  $= \frac{3}{4} \cdot 222 = 166 \text{ m}^2$ , w całości  $166 \cdot 4 \approx 660 \text{ m}^2$ . Zużycie  $25\%$ .

8. Okna: na każdej kondygnacji 12 sztuk, razem  $4 \cdot 12 = 2$  bramy (wchodowa i podwórzowa) = 46 sztuk. Zewnętrzne okiennice zniszczone zupełnie, zatem przeciętne zużycie  $50\%$ .

9. Drzwi: na każdej kondygnacji 15 sztuk, razem  $4 \cdot 15 + 2$  bramy = 62 sztuk. Zużycie  $\frac{1}{3}$ .

10. Wyprawy wewnętrzne:

$$\begin{aligned} \text{pow. sufitów} &= 4(222 \cdot 80\% - 16) = 640 \text{ m}^2 \\ \text{„ ścian} &= 3,5 \cdot 644 \dots \dots = 2260 \text{ „} \\ \hline &= 2900 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Zużycie oceniono na  $20\%$ .

11. Wyprawy zewnętrzne: powierzchnia  $2 \cdot 16 \cdot 17 = 550 \text{ m}^2$ . Zużycie  $100\%$ .

12. Podłogi:

a) posadzki betonowe mozajkowe: na 1 kondygn.:

$$\begin{aligned} \text{łazienki } 2,3,5 \dots \dots &= 7 \text{ m}^2 \\ \text{spiżarki } 2,1,0 \dots \dots &= 2 \text{ „} \\ \text{podesty i posunięcia stopni} \\ = \text{pow. klatki schod.} \dots &= 16 \text{ „} \\ \hline &= 25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{na wszystkich kondygn. } 4 \cdot 25 &= 100 \text{ m}^2 \\ \text{sień wchodowa} \dots \dots &= 10 \text{ „} \\ \hline &= 110 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{podstawki stopni} &= \frac{1}{2} \text{ szer.} \\ \text{klatki schod. pomnożona przez} \\ \text{wysokość } 1,2 \cdot 3,75 \cdot 4 \dots &= 20 \text{ „} \\ \hline \text{razem} &= 130 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Zużycie największe na schodach, podestach i w sieni wchodowej, krawędzie stopni wymagają wstawek. W łazienkach mozaiki wydęte z powodu podmakania podsypki. Zużycie przeciętne  $75\%$ .

b) podłogi drewn. miękkie w kuchniach: pow. przecięt. 1 kuchni  $= 20 \text{ m}^2$ , razem  $8 \cdot 20 = 160 \text{ m}^2$ . Pierwotne podłogi uległy zniszczeniu w pierwszym okresie  $15-20$  lat; ułożono w ich miejsce nowe, są zużyte w  $75\%$ .

c) podłogi dębowe w pokojach i przedpokojach: powierzchnię otrzymano odejmując od wszystkich podłóg  $= 4 A_s \dots \dots \dots 710 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{pozycje a)} \dots \dots &= 110 \text{ m}^2 \\ \text{b)} \dots \dots &= 160 \text{ „} \\ \hline &= 270 \text{ „} \\ &= 440 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

podłogi te wymagają przełożenia i uzupełnienia materiałem nowym; zużycie  $50\%$ .

13. Piece: ilość po 7 sztuk na każdej kondygn., razem 28 sztuk. Piece pierwotne zużyły się w okresie  $15-20$  lat; obecne są zużyte w  $75\%$ .

14. Schody i podesty: Konstrukcja jak stropów, t. j. podsklepienie na dźwigarach. Powierzchnia:  $16 \cdot 1,1 \cdot 4 = 70 \text{ m}^2$ . Zużycie samej konstrukcji (nie licząc mozaiki ad poz. 12 a) małe; przyjęto jak w poz. 3) —  $10\%$ .

15. Balustrady: schodów  $4,10$ , balkonów  $4,8$ , razem  $72 \text{ mb}$ ; zużycie  $\frac{1}{3}$ .

16. Instalacja wodociąg: muszle 8 szt., łazienki (wanna + piec) 8 szt., klozety 8 szt., umywalki 8 szt. Zużycie  $100\%$ .

17. Instalacja gazowa: wypustów 8 szt. w kuchniach, 8 w łazienkach, razem 16 szt. Zużycie  $25\%$ .

18. Instalacja elektryczna: wypustów 21 szt.  $\cdot 4 +$  sień  $= 85$  szt. Zużycie  $100\%$ .

19. Malowanie ścian i sufitów: powierzchnia  $= 2 \cdot 900 \text{ m}^2$  jak poz. 10. Odnawiane wielokrotnie, zużyte obecnie w  $50\%$ .

20. Kanalizacja: długość ok.  $55 \text{ mb}$ . Zużycie trudne do stwierdzenia, ponieważ jednak funkcjonuje prawidłowo przyjęto w  $50\%$ .

Do przybliżonych kosztów budowy wykazanych w powyższej tabeli kwotą  $\dots \dots \dots 128.752 \text{ zł}$ .

należy dodać koszt wykopów, których kubatura wynosi  $A_b \approx 1,6 \text{ m}$  (jako przeciętna głębokość) t. j. okr.  $360 \text{ m}^3$  po  $3,5 \text{ zł}$ .  $\dots \dots \dots 1.260 \text{ „}$

Razem  $\dots \dots 130.012 \text{ zł}$ .

Kwota zużycia wynosi jw.  $53.811 \text{ zł}$ , t. j.  $41,5\%$  kosztu budowy podczas, gdy cyfry zużycia otrzymane poprzednio ze wzorów doświadczalnych wahały się w granicach  $23,6-35\%$ . Wynik szczegółowej oceny i zestawienia tabelarycznego należałoby jednak uważać za miarodajniejszy, a ponieważ taki skrótowy kosztorys przedstawia tylko przybliżony koszt budowy, a z drugiej strony ocena zużycia poszczególnych składników budowlanych jest kwestją rutyny oceniciele, przeto stopień zużycia całego budynku należałoby ustalić w okrągłej cyfrze, n. p. w niniejszym wypadku w  $40\%$ .

## Zestawienie.

L. p.	Przedmiot	Ilość	Cena w złotych		Stopień zużycia w %	Wartość zużycia w zł.
			jednostk.	sumar.		
1	Mury . . . . .	780	40	31.200	10	3.120
2	Fundamenty . . . . .	110	35	3.850	5	192
3	Stropy sklepienie . . . . .	340	25	8.500	10	850
4	„ drewniane . . . . .	480	9	4.320	25	1.090
5	Więźba dachowa . . . . .	222	9	1.998	25	500
6	Pokrycie dachu, gzymsy, rynny, rury . . . . .	340	10	3.400	100	3.400
7	Ścianki drewniane . . . . .	660	4	2.640	25	660
8	Okna (z okuciem, osadz., oszkl. i pomal.) . . . . .	46	200	9.200	50	4.600
9	Drzwi kompl. (jedno- i dwuskrzydłowe) . . . . .	62	130	8.600	33	2.870
10	Wyprawy wewn. . . . .	2900	3	8.700	20	1.740
11	„ zewn. . . . .	550	10	5.500	100	5.500
12 a	Posadzki mozajkowe . . . . .	130	10	1.300	75	975
12 b	Podłogi miękkie . . . . .	160	9	1.440	75	1.080
12 c	„ dębowe (wraz z podkładem) . . . . .	440	15	6.600	50	3.300
13	Piece . . . . .	28	350	9.800	75	7.350
14	Schody i podesty (tylko konstrukcja) . . . . .	70	35	2.450	10	245
15	Balustrady (z pochwytem, opokost.) . . . . .	72	27	1.944	33	641
16	Instalacja wodociągowa:					
	muszle . . . . .	8	70	560	100	560
	łazienki (piec, wanna) . . . . .	8	1000	8.000	100	8.000
	umywalki . . . . .	8	200	1.600	100	1.600
	klosety . . . . .	8	200	1.600	100	1.600
17	Instalacja gazowa . . . . .	16	100	1.600	25	400
18	„ elektryczna . . . . .	85	20	2.125	100	2.125
19	Malowanie ścian, sufitów . . . . .	2900	0,5	1.450	50	725
20	Kanalizacja . . . . .	55	25	1.375	50	688
				128.752		53.811

Przedstawiona tutaj metoda daje prócz cyfry zużycia również przybliżony koszt budowy, który należałoby powiększyć o pozycję robót drobniejszych nieobjętych zestawieniem (dla uniknięcia rozwlekłości), jak n. p. izolacje murów, balkony etc. w wysokości 3—5%. W niniejszym wypadku można dodać okr. 5.000 zł., t. j. 4% i koszt budowy ustlić w cyfrze 135.000 zł.

Kubatura budynku wynosi  $222 m^2 \cdot 17,3 = 3.840 m^3$ , zatem koszt  $1 m^3$  zabudowanej przestrzeni licząc od podłogi piwnic do podłogi strychu wynosi  $135.000 : 3.840 = 35$  zł., co rzeczywiście odpowiada obecnej cenie jednostkowej takiej budowli wykonanej i wyposażonej przeciętnie.

Przyjąwszy zużycie 40% otrzymuje się jako wartość techniczną budynku w chwili oceny  $60\%$  kosztu budowy, t. j.  $135.000 \cdot \frac{60}{100} = 81.000$  zł.

W domach wyposażonych w ogrzewanie centralne należy również obliczyć przybliżony koszt urządzenia i ocenić stopień zużycia.

Ogrzewanie wodne: na  $1 m^3$  kubatury budynku 4-piętrowego przypada ok. 3,5 kg przedmiotów żelaznych i armatury ogrzewania. Procentowy udział składników we wadze i kosztach wynosi:

rurociągi $\sim 23\%$ $\cdot 3,5 = 0,80$ kg po . . .	1,80 = 1,44 zł./m <sup>3</sup>
kotły $\sim 23\%$ $\cdot 3,5 = 0,80$ „ „ . . .	1,80 = 1,44 „
grzejniki $\sim 54\%$ $\cdot 3,5 = 1,89$ „ „ . . .	1,20 = 2,27 „
	razem 5,15 zł./m <sup>3</sup>

Ogrzewanie parowe: na  $1 m^3$  kubatury budynku 4-piętrowego przypada  $\frac{3}{4}$  wagi poprzedniej, t. j. 2,6 kg. W tem:

rurociągi $\sim 25\%$ $\cdot 2,6 = 0,65$ kg po . . .	1,50 = 0,97 zł./m <sup>3</sup>
kotły $\sim 35\%$ $\cdot 2,6 = 0,91$ „ „ . . .	1,80 = 1,64 „
grzejniki $\sim 40\%$ $\cdot 2,6 = 1,04$ „ „ . . .	1,20 = 1,25 „
	razem 3,86 zł./m <sup>3</sup>

Przeciętna waga materiału na jednostkę kubatury, dla obu rodzajów ogrzewania wzrasta w domach niższych, maleje w wyższych, dlatego należy ją pomnożyć przez odpowiedni współczynnik wzrastający względnie malejący ok. 10% na kondygnację, n. p. w domu parterowym wyniesie on 1,4, w domu 6-piętrowym 0,8.

Koszt jednostkowy za kg przedmiotów urządzenia rozumie się wraz z montażem i pomocniczymi robotami murarskimi.

Opierając się na powyższych danych, oraz poprzednio podanych cyfrach żywotności, można określić stopień zużycia całej instalacji ogrzewczej.

N. p. w budynku 3-piętrowym, którego zużycie obliczono w poprzedzającym przykładzie, istnieje ogrzewanie wodne, wprowadzone przed 13 laty. Należy obliczyć koszt urządzenia i stopień zużycia.

Kubatura budynku wynosi  $3.840 m^3$ . Na  $1 m^3$  przypada 3,5 kg materiału instal. pomnożone przez współczynnik zwiększający 1,1, t. j. 3,85 kg. W tem udział:

rurociągów $\sim 23\%$ $\cdot 3,85 = 0,89$ kg po . . .	1,80 = 1,60 zł./m <sup>3</sup>
kotłów $\sim 23\%$ $\cdot 3,85 = 0,89$ „ „ . . .	1,80 = 1,60 „
grzejników $\sim 54\%$ $\cdot 3,85 = 2,08$ „ „ . . .	1,20 = 2,50 „
	razem 5,70 zł./m <sup>3</sup>

Rurociągi zużywają się w 20 latach, obecnie zużycie wynosi  $\frac{13}{20} = 65\%$ , co na cenie stawni 1,60.65% . . . . . 1,04 zł./m<sup>3</sup>

Kotły zużyte są w  $\frac{13}{18} = 72\%$ , tj. w cenie o 1,60.72% . . . . . 1,15 „

Grzejniki  $-\frac{13}{30} = 43\%$ , w cenie o 2,50.43% 1,07 „

łącznie zużycie . . . . . 3,26 zł./m<sup>3</sup>

t. j. przeciętnie  $\frac{3,26}{5,70} = 57\%$ .

Całkowity koszt urządzenia wynosi  $3,840 m^3$  po  $5,70 \approx 21.900$  zł., a kwota zużycia wynosi  $3,840 m^3$  po  $3,26 \approx 12.500$  zł.

Na całości budynku podwyższa się koszt budowy o  $21,900$  — koszt pieców  $9,800 = 12,100$  zł., t. j. do kwoty  $135.000 = 12.100 = \text{okr. } 147.000$  zł., a kwota zużycia wzrasta o  $12,500$  — zużycie pieców  $7.350 = 5.150$  zł., t. j. do kwoty  $53.811 + 5.150 = \text{okr. } 59.000$  zł.

B). Wartość dochodowa wyobraża kapitał, którego odsetki stanowią dochód z czynszów netto. Punktem wyjścia jest właśnie ten czysty dochód po potrąceniu wszystkich wydatków realnych, oraz raty amortyzacyjnej, która ulokowana w banku na procent składany, winna po upływie okresu przyjętego jako żywotność księgową zwrócić całkowity kapitał wyłożony na budowę.

Na tę wartość dochodową wpływają decydująco dwa przyjęcia, mianowicie stopa procentowa, według której mają być te odsetki obliczone, oraz żywotność księgową.

Ta stopa procentowa już przed wojną światową przewyższała oprocentowanie lokat bankowych, dając właścicielowi nieruchomości pewien ekwiwalent za trudny i ryzyko. Jednak nadwyżka ta była nieznaczna, gdyż wahała się nawet w ułamkach procentu. Obecna stopa bankowa  $6-7\%$  ustabilizowała się w ostatnim okresie i niema zapowiedzi na jej podwyżkę mimo wstrząsliwości społeczeństwa w lokowaniu bankowym. Nie mniej jest ona anormalnie wysoka w porównaniu z zagranicą tak, że przeprowadzając kalkulację wartości dochodowej opartą na wieloletniej dochodowości, należy się liczyć z jej spadkiem. Wobec tego stopa  $6\%$  może być wystarczającą, a w ustabilizowanych stosunkach gospodarczych nawet wysoką.

Żywotność księgową bywa w ostatnich latach rozmaicie przyjmowana. Spotyka się zapatrywania, że budynek winien się amortyzować w pierwszym 15-leciu wolnym od podatków. Jeżeli przyjęcie takie jest zbyt optymistyczne, to jednak opierając się na określonych poprzednio pojęciach żywotności gospodarczej i prawdopodobnej, trzeba uznać, że żywotność księgową winna być znacznie krótsza, niż techniczna. Składa się na to szereg przyczyn, jak rewolucja w poglądach na nowoczesne wyposażenie mieszkania, niechęć ogółu do przebywania w otoczeniu starym i zużytym, obawa przed robactwem i koniecznymi inwestycjami na odnowienie zniszczonego wnętrza mieszkania.

Wreszcie powojenne tempo interesów pieniężnych wymaga szybkiego zwrotu włożonego kapitału, względnie wyciągnięcia w krótkim czasie maksimum dochodów i spieniężenia domu możliwie bez większej utraty kapitału włożonego. Tak więc żywotność księgową będącą równocześnie okresem amortyzacyjnym powinna się mieścić w okresie 25—50 lat.

Wydatki roczne, które się potrąca z czynszów brutto dla uzyskania dochodu czystego, bywają obliczane procentowo bądź od czynszów brutto, jak podatki (łącznie z opłatą wodociągową), bądź też od kosztu budowy, jak koszt konserwacji i rata amortyzacyjna. Wydatki administracyjne ściśle biorąc, podpadają raczej pod drugą kategorię, obejmują bowiem przeważnie pozycje zależne od wielkości budynku, co jest równoznaczne z kosztem budowy; jednak bywają obliczane procentowo od czynszów.

Należą tu: rata ubezpieczeniowa, płaca stróża, czyszczenie kominów i kloak, wywóz śmieci, oświetlenie schodów i korytarzy, koszt opłału centr. ogrzewania, zużycie prądu dla wyciągów i t. d. Wreszcie do potrącenia przypada kwota nie stojąca w związku ani z czynszami, ani z kapitałem budowy, mianowicie odsetki kapitału wyło-

żonego na zakupno gruntu, który należy wyłączyć z pod ogólnej amortyzacji jako dobro niezniszczalne, przynoszące tylko zyski z tytułu używania. Grunt ten po zburzeniu budynku zostaje niejako zwrócony właścicielowi w swej pierwotnej substancji i wartości, i może być ponownie użyty pod budowę.

Wymienione pozycje potrąceń mogą być w elaboracji oceny ujęte we formie procentowej od czynszów czy kapitału budowy, albo o ile są wiadome z zapisków, wstawiane wprost w odnośnych kwotach, jak opłata wodociągowa i wydatki administracyjne. Dotyczy to zwłaszcza corocznych wydatków rzeczowych, które prawie nie ulegają zmianie, natomiast niema zastosowania do wydatków idealnych, jak rata amortyzacyjna, oraz odsetki kapitału zakupna gruntu, albo też do wydatków wprowadzisz rzeczowych, jak koszt konserwacji budynku, jednak opierających się nie na przeciętnej z długiego szeregu lat, lecz postępujących według pewnej progresji. Również i podatek od nieruchomości w obecnym anormalnie niskim wymiarze nie może być podstawą kalkulacyjną na przyszły szereg lat.

W rozdziale I. przeprowadzono przykład rachunku dochodowości gruntu pod budowę domu, którego wartość techniczną przeprowadzono następnie na przykładzie w rozdz. II.

Przypuścimy, że budynek traktowany w tym przykładzie przynosi istotnie dochód brutto  $= 15.600$  zł. Potrącenia procentowe od czynszów:

1. opłata wodociągowa . . . . .	5%
2. wydatki administracyjne (o ile brak zapisków) należy przyjąć . . . . .	10%
3. podatek od nieruchomości państwowy i gminny łącznie w obecnej chwili wynosi ok. $18\%$ , jednak należy uwzględnić jego tendencję zwykłą na przyszłość. Budynek istnieje lat 35, jest w całości zamieszkały, a stan jego i warunki lokalne są tego rodzaju, że reflektujący nabywca może bez ryzyka liczyć się z 25-letnią amortyzacją kapitału, który obecnie wykłada na zakupno tej nieruchomości. W rozdziale I. wyrażono przewidywania sukcesywnego wzrostu podatków do $25\%$ czynszu. Licząc z pewnym współczynnikiem bezpieczeństwa na wypadek, gdyby w ciągu najbliższego 25-lecia podatek od nieruchomości miał przekroczyć przewidywane $25\%$ , możnaby jako przeciętną przyjąć . . . . .	25%
4. próżnostanie, na które w kalkulacji gruntu wstawiono $3\%$ , możnaby tutaj zmniejszyć do $2\%$ , gdyż budynek jest od dłuższego czasu zamieszkały przez tych samych lokatorów i nie zachodziły wypadki braku lokatorów . . . . .	2%
razem potrącenia procentowe od czynszów	42%

5. koszt konserwacji jak wspomniano przyjmuje się procentowo od kapitału budowy w wysokości  $0,5-1\%$  kosztów budowy, stosując wartości niższe do domów solidnie zbudowanych i wyposażonych, zaś wartości wyższe dla domów w wykonaniu prostszym. Nadto należałoby stosować skalę progresywną, gdyż ten roczny wydatek na konserwację wzrasta z wiekiem budynku. Junk „Wiener Bauratgeber“ przyjmuje następującą skalę:

$\frac{1}{4}$ dla okresu 0 — $10\%$ żywotności	
$\frac{1}{3}$ „ „ 11 — $25\%$ „	
$\frac{1}{2}$ „ „ 26 — $40\%$ „	
$\frac{1}{1}$ „ „ 41 — $50\%$ „	
$\frac{4}{3}$ „ „ 51 — $80\%$ „	
$\frac{7}{4}$ „ „ 81 — $100\%$ „	

W niniejszym wypadku koszt konserwacji obciążają tylko czas najbliższego 25-lecia jako przyjętego okresu amortyzacyjnego, t. j. od 35-go do 60-go roku istnienia budynku.

Żywotność budynku określono na lat 100, zatem konserwacja dotyczy okresu 35—60% żywotności, czemu odpowiadają ułamki  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ , t. j. 0,5—1,3 średnio 0,9 przeciętnej rocznej stawki. Przyjąwszy tę przeciętną stawkę roczną = 0,75% kosztu budowy jak dla domu w średnim wykonaniu i wyposażeniu, otrzyma się miarodajną dla okresu amortyzacyjnego cyfrę  $0,9 \cdot 0,75 = 0,67\%$  kosztu budowy.

Kalkulacja ta ma znaczenie raczej poglądowe, niż ściśle rzeczywiste, gdyż już sama stawka przeciętna 0,75% opiera się na dość dowolnym przyjęciu.

6. Amortyzacja obejmuje (jak przyjęto ad 3.) lat 25 i dotyczy oczywiście tylko obecnej wartości budynku i to narazie wartości tylko technicznej  $T$ , którą już ustalono na 81.000 zł.

Rata amortyzacyjna  $r = T \cdot \frac{q-1}{q^n-1}$ , gdzie  $n = 50$  lat  $q = 1,05$  dla stopy tylko 5%, gdyż należy się tu liczyć z lokatą zupełnie pewną, zatem nisko oprocentowaną.  $1,25^{25} = 3,386$ ,  $r = T \cdot \frac{0,05}{2,386} = 0,021$   $T = 2,1\%$  wartości technicznej budynku.

7. Odsetki wartości gruntu traktowanego jako przedmiot niezniszczalny, lecz przyjęty niejako w dzierżawę.

Sumarycznie:

dochody brutto . . . . .	15.600 zł.
potrącenia procentowe z czynsz. $42\% = 6.450$ zł.	
konserwacja $\frac{0,67}{100} \cdot 135.000$ . . . . .	= 900 „
amortyzacja $\frac{2,1}{100} \cdot 81.000$ . . . . .	= 1.700 „
odsetki wartości gruntu $\frac{6}{100} \cdot 40.000$ = 2.400 „	
razem potrącenia =	11.450 „
dochód netto . =	4.150 zł.
przy stopie 6% stanowi odsetki kapitału $4.150 \cdot \frac{100}{6}$ . . . . .	= 69.000 „
który przedstawia wartość dochodową budynku.	
Wartość techniczna wynosi j. w. 81.000 „	
średnia . . . . .	$\frac{75.000}{75}$ zł.
Należałoby poprawić pozycję amortyzacyjną na $\frac{2,1}{100} \cdot 75.000 = 1.580$ zł., czyli dochód netto powiększyć o 120 zł., a skutkiem tego	

wartość dochodowa budynku o  $120 \cdot \frac{100}{6} = 2.000$  zł., t. j. do kwoty 71.000 zł.

Poprawiona średnia stanowi wartość budynku . . . . . 76.000 zł.  
wartość gruntu j. w. . . . . 40.000 „

Wartość całej nieruchomości . 116.000 zł.

Zaobserwować tu można znamieny objaw, że w budynkach starszych wartość dochodowa maleje, pozostając często w tyle poza wartością techniczną. Składają się na to podatki, wyższe koszty konserwacji, a zwłaszcza konieczność amortyzowania budynków w krótkim stosunkowo czasie. Amortyzacja nie dotyczy wprawdzie kapitału budowy, lecz obecnej wartości budynków, jednak ewentualny nowonabywca nieruchomości znajduje się w gorszym położeniu niż pierwszy właściciel, gdyż tamten płacił roczną ratę 0,5% kosztu budowy = 675 zł. (por. rozdz. I.), nowonabywca natomiast 2,1% obecnej wartości = 1.700 zł.

Istota rzeczy leży w tem, że pierwotny właściciel zazwyczaj nie lokuje osobno w banku rat amortyzacyjnych, lecz obraca niemi narówni z innymi kapitałami i wykorzystuje budynek w najlepszej fazie jego istnienia, inkasując nietylko zwyczajne procenty kapitału budowy, lecz także kwotę amortyzacyjną i ponosząc stosunkowo małe wydatki na konserwację młodego jeszcze budynku. O ile zaś zaciągnął pożyczkę na budowę, upłaca nietylko jej ratę amortyzacyjną, lecz także procenty.

Natomiast nowonabywca domu musi w bardzo krótkim czasie zamortyzować kapitał wyłożony, płacić normalne podatki i wydatkować więcej na konserwację starzejącej się budowli.

Ocenę nieruchomości przeprowadza się z reguły tylko w odniesieniu do jej substancji, bez względu na stan hipoteczny. Korzyści płynące z jakiegokolwiek okazynie nisko oprocentowanej pożyczki hipotecznej, mogą stanowić przynętę dla reflektującego nabywcy, lecz nie wpływają na wartość nieruchomości, w przeciwnym razie nie możnaby nigdy ustalić wartości nieruchomości, gdzie zaciągane pożyczki i ich upłata ulegają ustawicznym fluktuacjom.

W obecnym czasie stopa pożyczek hipotecznych przewyższa z reguły dochody czynszowe, jednak popyt na realności obciążone jest wyłącznie wynikiem braku całkowitego kapitału u reflektantów, którzy w niezdrównej pogoni za jakąś pewniejszą lokatą swych oszczędności, ryzykują kupno, a potem długie lata wikłają się w trudnościach finansowych.

Ocenę nieruchomości należy zatem przeprowadzać zawsze pod kątem widzenia reflektującego nabywcy, a nie długoletniego jej posiadacza i to na podstawie zdrowej, realnej kalkulacji.

## Wiadomości z literatury technicznej.

### Drogi.

— **Sprawa drogowa w Finlandji.** Finlandja o powierzchni 388.500  $km^2$  posiada klimat stosunkowo łagodny dzięki wiatrom zachodnim i południowo-zachodnim. Wzniesiona niewiele ponad poziom morza, uzyskuje pewien specyficzny charakter z powodu znacznej ilości jezior, obejmujących 65.000  $km^2$ , przedzielanych niewysokimi wzgórzami. Wymieniony stan utrudnia w wysokiej mierze należyta rozbudowę drogową. Większa część istniejących dróg reprezentowana jest właściwie przez typy możliwie prymitywne, nieodpowiednie dla nowoczesnego ruchu. Również i szerokości dróg są niewystarczające tak, iż wyminięcie się dwóch pojazdów sprawia już trudności. Do niedawna było tylko niewiele dróg, które mogły być przez ruch wykorzystane w ciągu całego

roku. Jakkolwiek bezsprzecznie wielkie usługi oddaje komunikacja wodna na jeziorach, niemniej jednak okazała się również potrzeba intensywniejszego zajęcia się poprawą komunikacji drogowej. Wedle stanu z 1 stycznia 1931 r. posiada Finlandja 36.230 samochodów i 5400 motocykli. W tym samym okresie długość dróg wynosiła okragło 47.000  $km$ , z czego  $\approx 30.000$   $km$  posiadało jezdnię wzmocnioną piaskiem lub żwirem. Dróg tłuczniowych z podkładem kamiennym było zaledwie 32  $km$ , wyższych typów parę  $km$ .

Ilość dróg, które ma się opiekować Państwo wynosi 31.000  $km$ ; obecnie ilość ta ma być zwiększona. Inne drogi pozostawiono opiece władz lokalnych. Zwierzchni nadzór nad drogami sprawuje Ministerstwo Komunikacji, budowa i utrzymanie leży w rękach władz prowincjonalnych. Wydatki związane z budową i utrzymaniem dróg wynosiły w r. 1931 zaledwie  $\approx 35$  milj. zł., pokrywane z ogólnego budżetu państwowego. Opłaty celowe, drogowe nie istnieją.

Materiałów budowlanych drogowych, a więc piasku, żwiru i kamienia posiada Finlandja podostatkiem. Również istnieje rodzima produkcja cementowa. W pobliżu Helsingforsu rozpoczęto budowę krótszych odcinków betonowych, jednakże głównym typem pozostanie lekka nawierzchnia żwirowa.

Obecnie opracowano program rozbudowy drogowej z udziałem dróg na rozmaite klasy, przy czem budowę dróg I kl. rozłożono na 5—6 lat z ogólnym kosztem  $\approx 100$  milj. zł. Odnośne przedłożenie znajduje się już w parlamencie, a po jego uchwaleniu rozpoczną się kroki, celem zabezpieczenia na ten cel odpowiedniej pożyczki zagranicznej. (*Der Strassenbau* Nr. 3/32). E. B.

### Mosty.

— **Most łukowy żelbetowy na Ibis w Vesinet** opisuje Mesnager w *Génié civil* (1931, I, str. 14). Jest to mały mostek o rozpiętości 9 m a strzałce 1:90 m. Ciekawem jest jednak wzmocnienie betonu sześciu rurami stalowymi napełnionymi betonem. Przekrój stali wynosi 0.22 przekroju całkowitego, który umożliwia naprężenie  $350 \text{ kg/cm}^2$ , licząc na cały przekrój.

— **Badanie wiaduktu o przęsłach nierównych żelbetowych na filarach murowanych** opisuje Garat w *Génié civil* (1931, I, str. 100). Autor szuka rozkładu przęsł dla najmniejszości kosztów zapomocą wykresów.

— **Most łukowy żelbetowy jednoprzegubowy na Narces w Asturji** opisuje *Génié civil* (1931, I, str. 307). Przegub jest typu Mesnagera. Momenty, spowodowane zmianą ciepłoty są o połowę mniejsze, niż dla łuku bezprzegubowego. Wykonanie przegubu nie jest trudnem.

— **Doświadczenia mostu d'Escarpelle** na szlaku Douai Zille układu Vierendela opisuje *Génié civil* (1931, I, str. 340). Ugięcia i naprężenia mierzone były znacznie mniejsze od obliczonych, bezpieczeństwo więc belki Vierendela jest większe, niż rachunek pokazuje.

— **Most żelbetowy łukowy na Skaldzie w Eyne** opisuje inż. Tashjian w *Génié civil* (1931, II, str. 377). Zbudowali go Amerykanie na pamiątkę przejścia Skaldy w październiku 1918 r. Powierzchnia mostu naśladuje powierzchnię kamienną po umieszczeniu w głębokości paru centymetrów siatki żelaznej, która podtrzymuje masę okrywającą. Rzeźby bogate wykonane z betonu zdobią ten most pamiątkowy.

Dr. M. Thullie.

### Statyka budowli.

— **Łuki i ramy bez parcia poziomego** opisuje Chandu w *Génié civil* (1931, I, str. 646). Autor udowadnia, że cofając punkt podparcia węzłowi ku wewnątrz zmniejszamy parcie poziome, które przy pewnym odstepie cofnięcia może się stać równem zeru.

Dr. M. Thullie.

### Żelazo - beton.

— **Naprężenie stali wkładek żelbetu** omawiają *Mitteil. d. städt. Prüfungsanstalt f. Baustoffe* w Wiedniu (1932, str. 2). Austr. wydział żelbetowy dopuszcza  $1700 \text{ kg/cm}^2$  dla stali skręcanej (Istegstahl), co również przyjmuje i urząd budowniczy miasta Wiednia. Co do dopuszczenia  $1700 \text{ kg/cm}^2$  dla stali okrągłej St 55 i dla metalu rozsuwanego (Streckmetal) wydział żelbetowy austriacki zarządził odpowiednie badania.

Dr. M. Thullie.

### Wytrzymałość materiałów.

— **Wpływ ciepła na stal** omawia *Mitteil. d. städt. Prüfungsanstalt f. Baustoffe* w Wiedniu (1942, str. 17). Wytrzymałość na ciągnięcie stali w zwykłej ciepłocie, jeśli wynosi  $6500 \text{ kg/cm}^2$ , to przy  $400^\circ$  6000, przy  $500^\circ$  4800, przy  $600^\circ$  2800, przy  $700^\circ$  1400  $\text{kg/cm}^2$ . Granica proporcjonal-

ności tej stali wynosi przy zwykłej ciepłocie  $3500 \text{ kg/cm}^2$  przy  $400^\circ$  C 1100, przy  $500^\circ$  800, przy  $600^\circ$  350, przy  $700^\circ$  300  $\text{kg/cm}^2$ .

Dr. M. Thullie.

### Koleje.

— **Przepisy sygnalizacyjne na polskich kolejach wąskotorowych**, o szybkości jazdy nieprzekraczającej 40  $\text{km/godz}$ . zostały ogłoszone w „Dzienniku Taryf i Zarządzeń Kolejowych” Nr. 22 z 30 VI. 1931 r. Wyjęte z nich są kolejki Górnego Śląska.

— **Polskie Muzeum Kolejowe** zostało otwarte w Warszawie w domu przy ulicy Nowy Zjazd Nr. 1, naprzeciw Zamku królewskiego. Lokal obejmuje wprawdzie powierzchnię  $780 \text{ m}^2$ , ale nie udało się w nim pomieścić przedmiotów bardziej ciężkich, pozostały one w skrzyniach na dworcu kolejowym. To co rozlokowano daje 450 sztuk przedmiotów i 800 tablic, fotografii i wykresów, podzielonych na 20 działów: historia, zniszczenia wojenne i odbudowa, budynki, mosty, nawierzchnia, nasycanie podkładów, laboratorja, szkolnictwo, warsztaty, tabor, wąskotorówki, teletechnika, trakcja, materiały i zasoby, zabezpieczenie ruchu, finanse, sanitaria, psychotechnika i turystyka.

Najskromniej przedstawia się dział historyczny z czasów powstania kolejnictwa pod zaborcami. Dary do muzeum będą chętnie widziane.

Muzeum otwarte jest od godz. 10 do 14-tej w niedzielę, święta, wtorki i czwartki. Wejście dla kolejowców bezpłatne na podstawie legitymacji, inne osoby płać 40 gr., młodzież i wojskowi 20 gr., wycieczki zbiorowe po 10 gr. od osoby.

— **Tory kierunkowe na stacjach przetokowych**, gdzie wagony rzuca się z grzbietu przetokowego, zakłada się jużto w poziomie, jużteż w spadku. W ostatnich czasach przy pracy rozsortowywania wagonów oświadcza się praktyka za nadawaniem torom kierunkowym profilu schodkowego, a mianowicie przerywa spadek  $2.5\%$  ogólnej długości 300 m wstawkami poziomymi po 40 m długości w dwóch miejscach. (*Verkehrstechnische Woche* Nr. 45, 1931).

Inż. A. W. Krüger.

### RECENZJE I KRYTYKI.

„Uproszczone obliczenie mostów statycznie niewyznaczalnych“ („Simplified calculation of statically indeterminate bridges“) nap. J. Kriwoszejn, Praga 1930.

Emerytowany profesor wojskowej akademii inżynierskiej w Piotrogradzie napisał w języku angielskim i czeskim powyższe dzieło. Przy obliczeniu dźwigarów statycznie niewyznaczalnych trzeba wprzód przyjąć przekroje, a przynajmniej stosunek powierzchni przekrojów. Zwykle przyjmuje się, przy pierwszym obliczeniu przekrój stały. Na tej podstawie obliczane przekroje okazują się znamienne. Jeżeli teraz wykonamy drugie obliczenie na podstawie tych otrzymanych przekrojów, to otrzymamy znów inne przekroje. Dlatego autor proponuje, nie przyjmuje:

$$\frac{F}{F_0} = 1, \text{ czyli } \frac{I}{I_0} = \frac{h^2}{h_0^2}, \text{ lecz } \frac{F}{F_0} = \frac{h}{h_0}, \text{ czyli } \frac{I}{I_0} = \frac{h^3}{h_0^3},$$

$$\text{albo też: } \frac{F}{F_0} = \sqrt{\frac{h}{h_0}}.$$

W ten sposób otrzymuje odrazu daleko lepsze wyniki. Oprócz tego stara się autor uzyskać szereg równań o jednej nieznaej. Uzyskuje on to przez wybór odpowiedni początku osi i przez przyjęcie pomocniczych niewiadomych przy większej ilości niewiadomych n. p.  $H_1 = Y_1 + Y_2$ ,  $H_2 = Y_1 - Y_2$ ,  $H_3 = Y_3$ . Dla belki ciągłej dwuprzęsłowej otrzymał autor dla mostu Piotra Wielkiego momenty ujemne:

wedle metody Clayperona . . . — 496.85 tm

wedle metody przybliżonej  $\left(\frac{h}{h_0}\right)^3$  — 725·58 tm  
 „ „ „ dokładnej . . . — 736·10 „

Widzimy więc, że sposób przybliżony autora bardzo mało się różni od dokładnego, zaś wyniki dla metody Clayperona i przekroju stałego dają zupełnie mylny wynik.

Przy układach 3-krotnie niewyznaczalnych, autor przyjmuje niewiadome w przybliżeniu i oblicza poprawki  $\Delta H$ ,  $\Delta V$  i  $\Delta M$ .

W drugiej części książki zastosowuje autor swój sposób do mostów wiszących, wyznacza wzór, wedle którego można zbadać, czy użycie łańcucha czy linwy jest tańsze. Autor bada też, jaka jest największa możliwa rozpiętość wiszących i otrzymuje 1500 m. Wreszcie autor proponuje połączenie łuku z wieżarem i udowadnia, że pod względem kosztu jest to najlepszy układ.

Autor oblicza dla bardzo wielu wykonanych mostów swą metodą niewiadome i w wielu wypadkach przeprowadza obliczenie całkiem szczegółowo.

Dzieło rosyjskiego profesora nadaje się do głębszych studjów.  
 Dr. M. Thullie.

#### BIBLIOGRAFJA.

**Książki nadesłane.** „Mały rocznik statystyczny“ 1932. Warszawa. Nakładem Głównego Urzędu Statystycznego.

Inż. T. Fiedler: „Teoria maszyn i urządzeń cieplnych“. Cz. I. Lwów 1932. Nakładem Komisji Wydawniczej Kół Naukowych i Tow. Bratniej Pom. St. Polit. Lwowskiej.

Dr. Inż. A. Kuryłło: „Żelbetnictwo. Teoria i ustrój zespołów żelbetowych“. Cz. II. Ustrój. Lwów 1932. Nakładem Kom. Wyd. Kół Nauk. i Tow. Br. Pom. St. Polit. Lw.

Inż. Mikołaj Masłowski: „Sztuczny kamień“. Warszawa 1932. Nakładem Związku Polskich Fabryk Portland-Cementu. Cena 3 zł.

„Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego“. Wydanie II zmienione. Warszawa 1932. Nakł. Stowarzyszenia Elektryków. Pol.

„Wskazówki obchodzenia się z domowymi urządzeniami elektrycznymi“. Warszawa 1932. Nakładem Stow. Elektr. Pol.

„Ostrzeżenie odnoszące się do domowych urządzeń elektrycznych“ wykonane na kartonie do zawieszenia na ścianie. Nakładem Stow. Elektr. Pol.

## SPRAWY TOWARZYSTWA.

**Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P.** z dnia 18. IV. 1932 r. Obecni: Prezes Inż. St. Rybicki, Wiceprezesi: Prof. Dr. O. Nadolski i Inż. P. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Inż. E. Blum, Prof. E. Bratro, Inż. E. Bronarski, Inż. A. Broniewski, Inż. T. Jarosz, Inż. Z. Kalityński, Prof. D. Krzyczkowski, Inż. T. Laskiewicz, Inż. Z. Marynowski, Inż. St. Sladek, Prof. K. Zipser, Inż. E. Wilczkiewicz. Prócz tego obecnym był delegat Oddziału P. T. P. w Przemysłu Inż. Osiński.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Prof. Dr. M. Matakiewicz, Inż. St. Kozłowski i Inż. A. Tomaszewski.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia po odczytaniu przyjęto.

2. Przyjęto jednogłośnie na członka P. T. P. Inż. Władysława Kosydarskiego.

3. Delegat Oddziału P. T. P. w Przemysłu Inż. Osiński przedstawia Wydziałowi Głównemu położenie inżynierów na prowincji, a w szczególności w Przemysłu i prosi o większe zainteresowanie się Wydziału Głównego położeniem kolegów z prowincji. Prezes Rybicki dziękuje delegatowi Oddziału przemysłowego za przyjazd oraz tak obszerne przedstawienie życia na prowincji, oraz wskazuje na prace, które Polskie Towarzystwo Politechniczne w ostatnich czasach wykonało, zwłaszcza w sprawie bezrobocia, oraz zwalczania kryzysu gospodarczego. Najlepszym dowodem żywych zainteresowań P. T. P. jest sprawozdanie z XIV Zjazdu Delegatów Polskich Zrzeszeń Technicznych, które przedstawione będzie w następnym punkcie.

Inż. Blum składa imieniem delegatów P. T. P. sprawozdanie z XIV Zjazdu Delegatów Polskich Zrzeszeń Technicznych w Warszawie:

a) Zjazd uchwalił rejestrację bezrobotnych inżynierów i techników. Przybliżone obliczenie wskazuje, że obecnie na 360.000 bezrobotnych w Polsce przypada około 3.000 inżynierów. Wszystkie wnioski zrzeszonych związku w sprawie walki z bezrobociem, które mają być zgłoszone do 15 maja b. r. przekazano Zarządowi Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych do uzgodnienia oraz przewidziano ew. zwołanie nadzwyczajnego Zjazdu Delegatów w tej sprawie. Polecono też Zarządowi Związku odniesienie się do Władz w sprawie pomocy dla bezrobotnych inżynierów.

b) Uchwalono wszczęcie starań w sprawie uzyskania ustawowej ochrony tytułu technika, oraz wydania rozporządzenia wykonawczego do ustawy o ochronie tytułu inżyniera. Określenie tytułów poszczególnych kategorii techni-

ków postanowiono odłożyć na później. Postanowiono też prowadzić w dalszym ciągu starania o wprowadzenie Izb Inżynierskich w Polsce.

c) Postanowiono wniesienie memorjału do Rządu, protestującego przeciwko zniesieniu Ministerstwa Robót Publicznych, oraz rozdzieleniu poszczególnych agend tego Ministerstwa.

d) Na Zjeździe ogłoszono cały szereg referatów z dziedziny gospodarczej, związanych z obecnym przesileniem.

e) Uchwalono niższe wkładki do Z. P. Z. T. na 3 zł. rocznie od członka.

f) Postanowiono wystąpić z apelem do inżynierów kierowników przedsiębiorstw, by zatrudniali inżynierów bezrobotnych.

Prezes Rybicki składa w imieniu Wydziału P. T. P. gorące podziękowanie delegatom Towarzystwa Inż. F. Blumowi, Inż. Gąsiorowskiemu i Prof. K. Zipserowi za nadzwyczaj gorliwe zajęcie się sprawami XIV. Zjazdu Delegatów oraz niezwykle skuteczną reprezentacją Towarzystwa.

5. Prezydent Izby Inżynierskiej Gąsiorowski przedstawia obecny stan sprawy utworzenia Izb Inżynierskich, która wobec zamierzonej likwidacji Ministerstwa Robót Publicznych niewątpliwie dozna dalszej zwłoki.

6. Prezes Rybicki referuje sprawę opodatkowania się członków Polskiego Towarzystwa Politechnicznego na fundusz zapomogowy dla bezrobotnych członków Towarzystwa. Zapomogi byłyby udzielane w formie bezprocentowych pożyczek zwrotnych w 6 miesięcy po uzyskaniu zajęcia. Sumy zwrócone z tego tytułu przelaneby były później na fundusz stypendyjny im. Prezesa Rybickiego. Uchwalono jednogłośnie ogłosić odezwę w *Czasopiśmie Technicznym* z apelem o deklarowanie składek specjalnych na ten cel.

7. Inż. Blum przedstawia starania poczynione w sprawie *Czasopisma Technicznego* w Ministerstwie Robót Publicznych. Postanowiono wystosować prośbę o jaknajrychlejsze wypłacenie subwencji na r. b. do Ministerstwa Robót Publicznych.

8. Prezes Rybicki przedstawia sprawę opracowania programu organizacji urzędów I. i II. instancji ze względu na zwinienie Ministerstwa Robót Publicznych, oraz program robót publicznych, które mogą być przekazane samorządom wojewódzkim i powiatowym. Sprawy te postanowiono przekazać komisji w składzie: Inż. Blum, Inż. Bronarski, Inż. Gąsiorowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Prof. Dr. Nadolski i Inż. Prachtel-Morawiański.

Na tem posiedzenie zamknięto.