

REJESTRACJA FOTOGRAFICZNA KSZTAŁTU I ZMIAN POŁOŻENIA  
ZWIERCIADŁA WODY W KOMORZE MODELU ŚLUZY ŻEGLUGOWEJ

Marian Mokwa, Wacław Zakrzewski

Instytut Budownictwa Wodnego i Ziarnego  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

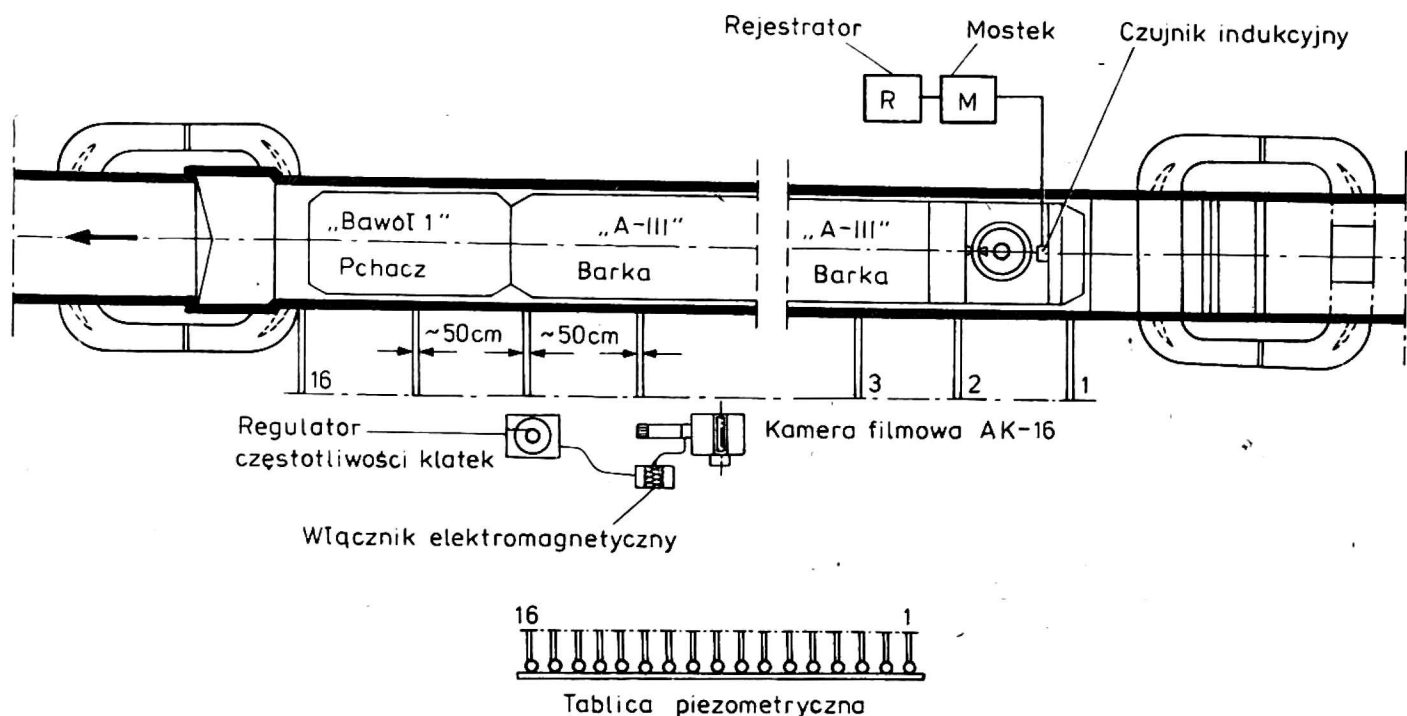
Sposób wykonania pomiaru oraz przyrządy służące do rejestracji wielkości mierzonych zależą od charakteru zjawiska. Pomiar niektórych parametrów zjawiska wymaga rejestracji wielkości mierzonych w sposób ciągły lub w bardzo małych odstępach czasowych. W pomiarach wodnych najczęściej mamy do czynienia ze zmieniającymi się warunkami przepływu, co przy swobodnym zwierciadle wody wywołuje zmiany jego położenia w czasie. Parametry zmienności położenia zwierciadła wody oraz czas, w jakim to zjawisko zachodzi, są najczęściej rejestrowane za pomocą:

- elektrycznych sond oporowych,
- wodowskazów rurkowych - piezometrów.

Przy pomiarze kształtu i położenia zwierciadła wody w komorze śluzy wybrano tę drugą metodę rejestracji, mając na względzie możliwość śledzenia przebiegu zjawiska w trakcie jego trwania. Ponadto wprowadzenie sond oporowych do komory śluzy może wywołać zakłócenia ruchu falowego wzdłuż jednostki śluzowanej.

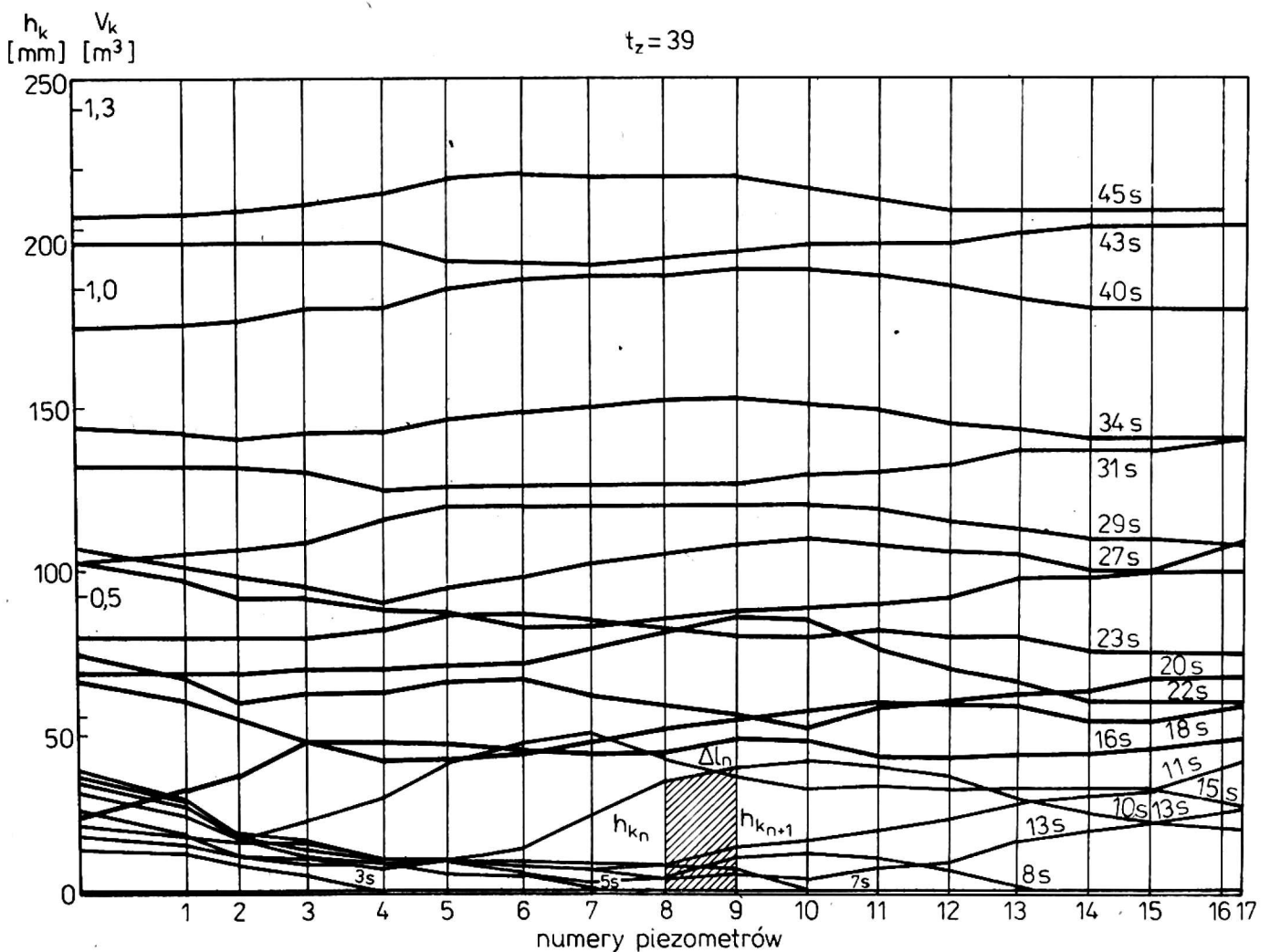
Pomiar zwierciadła wody w komorze przeprowadza się zwykle w punktach tak rozmieszczonych na długości komory, aby na podstawie tych pomiarów można było określić położenie i kształt zwierciadła wody oraz parametry fal przemieszczających się wzdłuż komory. Mając na uwadze fakt, że prawidłowy odbiór ciśnienia jest podstawowym warunkiem dokładności jego pomiaru, punkty poboru rozmieszczono przy dnie komory w lewej ścianie, średnio co 0,5 m. Punkty poboru połączono z rurkami piezometrycznymi przewodami ciśnieniowymi jednakowej długości. W zależności od średnicy i długości przewodów, łączących miejsca odbioru ciśnienia z rurkami piezometrycznymi

mi, mogą wystąpić pewne opóźnienia wskazań piezometrów. Opóźnienia te uwzględniono instalując dodatkowy piezometr bezpośrednio przy ścianie komory, w miejscu otworu wlotowego do jednego z piezometrów zgrupowanych na tablicy. Celem zmniejszenia napięcia powierzchniowego i zjawisk włoskowatości przyjęto średnicę rurek piezometrycznych wypełnionych wodą  $d = 15$  mm. Wielkości ciśnienia wskazywane na tablicy piezometrycznej mogą być odczytywane bezpośrednio lub fotografowane do późniejszego wykorzystania przy opracowywaniu wyników pomiaru. Ze względu na szybko zmieniające się w czasie napełniania lub opróżniania położenia zwierciadła wody jedynie ta druga metoda wydaje się być właściwa przy doświadczeniach przeprowadzonych w warunkach przepływu nieustalonego. Zdjęcia tablicy piezometrycznej wykonano metodą poklatkową w sposób zautomatyzowany, kamerą filmową AK-16, wyposażoną w dodatkowe oprzyrządowanie (rys. 5). Zespół rejestrujący (rys. 1) składał się z: kamery filmowej AK-16, włącznika elektromagnetycznego połączonego z kamerą wężykiem spustowym oraz regulatora częstotliwości klatek. Zakres regulacji częstotliwości klatek zawierał się w przedziale od 1 zdjęcia co 3 s. do 4 zdjęć na sekundę. Obiekt fotografowany - tablicę piezometryczną - dostosowano do warunków fotografowania, tzn. pomalowana została w tonacji 6 pola „szarej tablicy”. Wodę w piezometrach zabarwiono nadmanga-

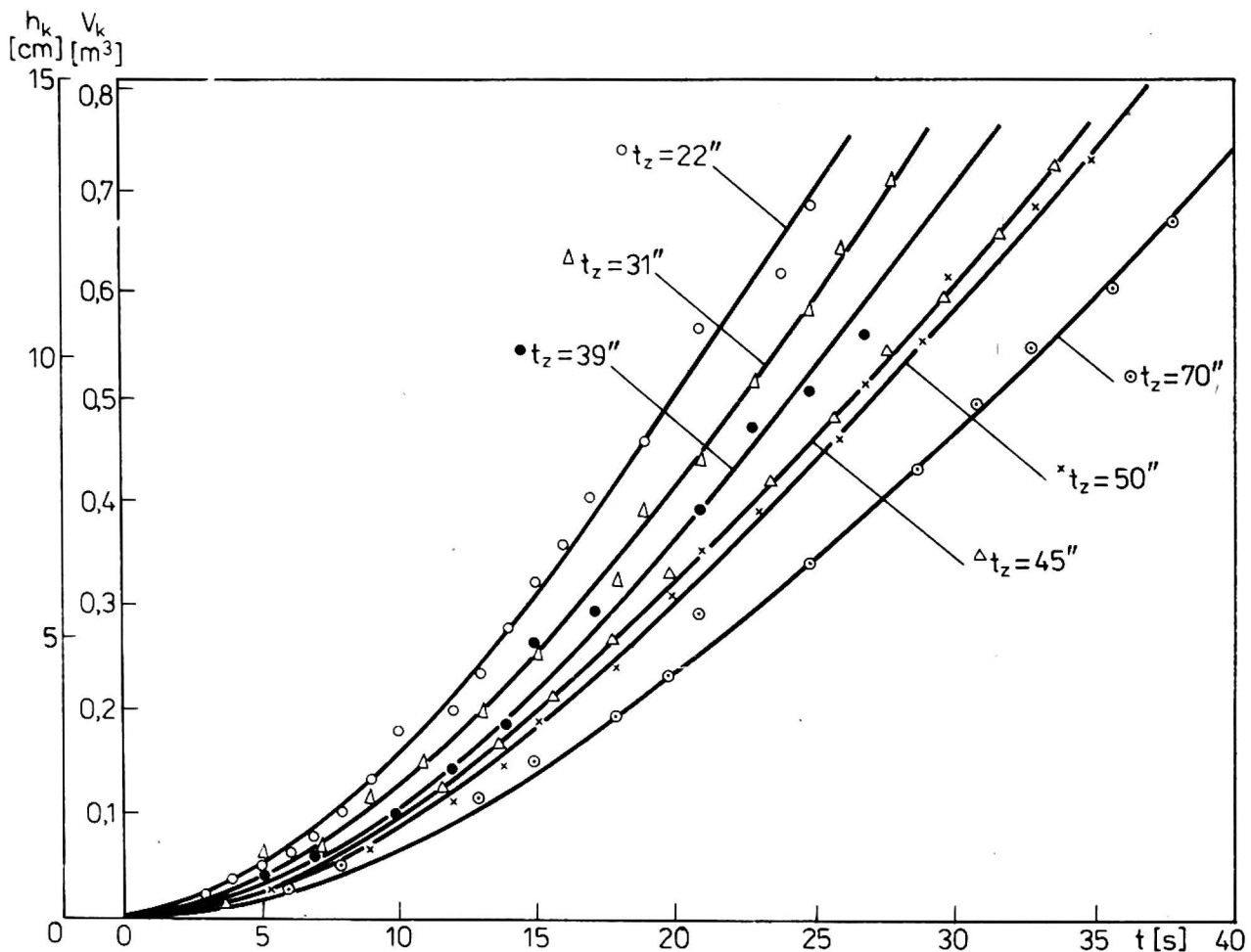


Rys. 1. Stanowisko badawcze

nianem potasu. Obok każdej rurki piezometrycznej umieszczono podziałkę milimetrową. W polu fotografowania znajdował się chronometr pozwalający na odczytanie zdjęcia w potrzebnym momencie czasowym (rys. 1). Oświetlenie tablicy stanowiły 3 lampy halogenowe, z których jedną umieszczono pionowo nad piezometrami w celu uzyskania lepszej ekspozycji meniska. Jako materiału ekspozycyjnego użyto taśmy filmowej czarno-białej 16 mm ORWO NP 55. Rejestrację fotograficzną rozpoczynano równoległe z uruchomieniem urządzeń napełniających (opróżniających) komorę, włączając kamerę do obwodu elektrycznego sterowania zasuwami. Zazwyczaj dokonywano zdjęcia z większą częstotliwością niż to było konieczne do interpretacji zjawiska, celem odnotowania położenia zwierciadła wody w dowolnym momencie czasowym. Otrzymany po obróbce chemicznej odcinek taśmy filmowej (rys. 6) poddano analizie. Poziom zwierciadła wody na poszczególnych piezometrach odczytywano za pomocą rzutnika.



Rys. 2. Kształt i położenie zwierciadła wody w komorze podczas jej napełniania



Rys. 3. Zależność  $V_k = f(t)$  sporządzona na podstawie pomiaru i kształtu zwierciadła wody

Otrzymane wartości naniesiono na wykresy (rys. 2) kształtu i położenia zwierciadła wody w komorze podczas jej napełniania (opróżniania). Na podstawie tych pomiarów wykreśla się zależność [4]:

$$V_k = f(t)$$

$V_k$  - objętość wody wpływającej do komory w czasie jej napełniania.

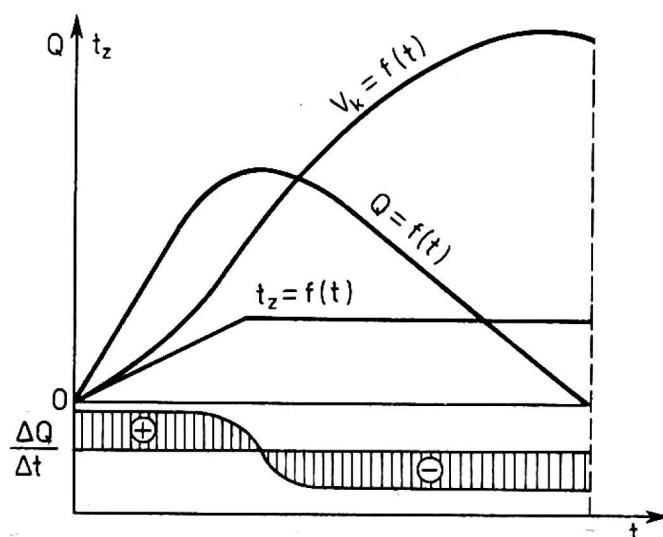
W celu wyznaczenia zależności  $V_k = f(t)$  (rys. 3) obliczono objętość wody, która dopłynęła do komory w odpowiednim przedziale czasowym. Przyjmując między sąsiednimi piezometrami (rys. 2) liniową zmianę wysokości zwierciadła wody, obliczono objętość wody w danym momencie czasowym  $t_i$  wg wzoru:

$$V(t_i) = B_k \sum_{n=1}^m \left( \frac{h_{k_n} + h_{k_{n+1}}}{2} \right) \Delta l_n$$

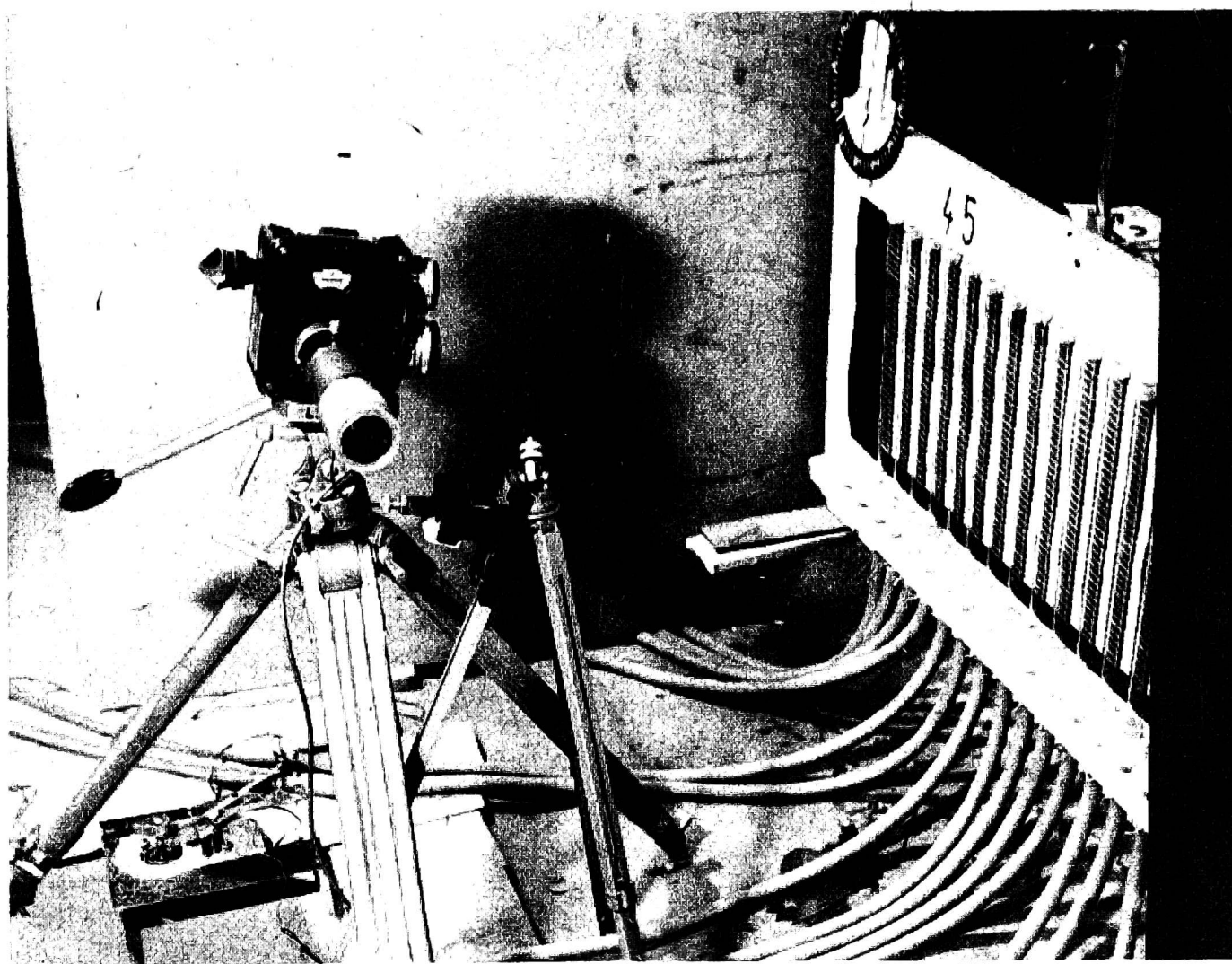
$B_k$  - szerokość komory śluzy,

$m = p - 1$ , gdzie  $p$  - liczba piezometrów.

Obliczenie  $V(t_i)$  przeprowadzono za pomocą EMC ODRA 1003 [4].

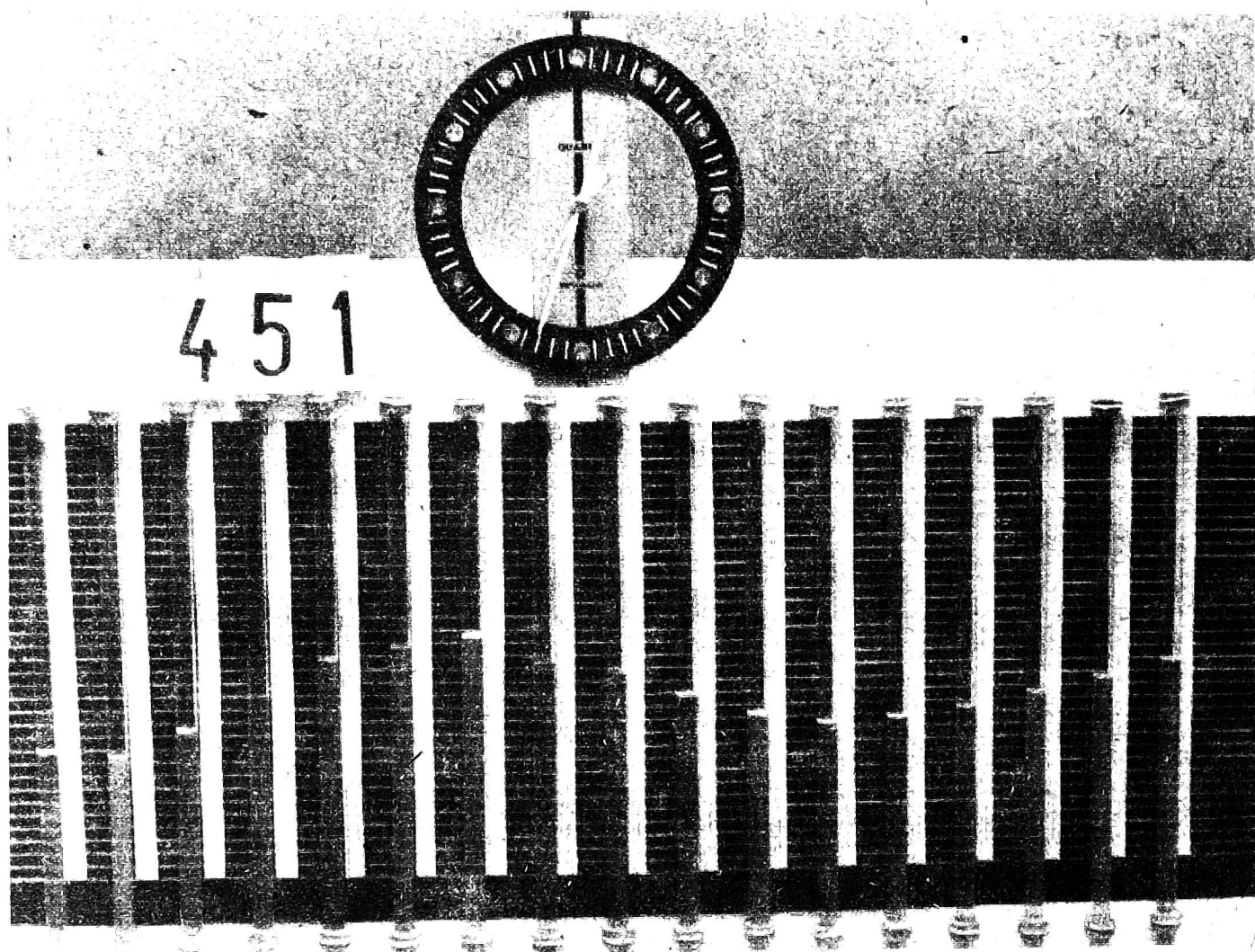


Rys. 4. Wielkości charakteryzujące proces napełniania śluzy żeglugowej



Rys. 5. Stanowisko pomiarowe

Wyrównanie zależności  $V_k = f(t)$  można przeprowadzić graficznie lub korzystając z ETO. Mając zależności  $V_k = f(t)$  można uzyskać przez odpowiednie przekształcenia inne wielkości potrzebne do scharakteryzowania procesu napełniania oraz do obliczenia analitycznego sił działających na obiekty śluzowane (rys. 4).



Rys. 6. Tablica piezometryczna

#### LITERATURA

1. Manthey T.: Hydrauliczne badanie modelowe śluz żeglugowych. Prace naukowe Instytutu Inżynierii Sanitarnej i Wodnej Politechniki Wrocławskiej, 1970, nr 6.
2. Wołoszyn J., Mokwa M., Zakrzewski W.: Badania modelowe systemów hydraulicznych napełniania śluz żeglugowych dla modernizacji dróg wodnych w Polsce. 9. Plavebne dni. Bratislava 1979.
3. Trokoleński A.: Hydromechanika techniczna. T. III. Pomiary wodne. PWT, Warszawa 1957.

4. Zakrzewski W.: Badania związku między ruchem falowym zwierciadła wody podczas napełniania komory śluzy a siłami działającymi na obiekty śluzowe. Praca doktorska. Wrocław 1980.

Мариян Моква, Вацлав Закшевски

ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ РЕГИСТРИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФОРМЫ  
И ПОЛОЖЕНИЯ ЗЕРКАЛА ВОДЫ В МОДЕЛИ КАМЕРЫ СУДОХОДНОГО ШЛЮЗА

Р е з ю м е

Изменяющиеся условия расходов воды во время наполнения и опорожнения судоходного шлюза принуждают исследователей применять автоматизированные устройства регистрирующие характерные величины описываемого явления. Основным параметром ответственным за безопасное шлюзование судна являются силы в причальных канатах возникающие главным образом в связи с волнообразованием зеркала воды в шлюзовой камере. Для регистрирования формы и положения зеркала воды в шлюзовой камере авторы использовали кинокамеру АК-16 с дополнительным оборудованием позволяющим проводить кадровые съемки в равных промежутках времени. Зарегистрированные на съемках положения зеркала воды в пьезометрах отсчитывали с помощью проектора и наносили на чертежи, которые затем использовались как исходный материал для дальнейшего анализа явлений характеризующих процесс наполнения и опорожнения судоходных шлюзов.

Marian Mokwa, Wacław Zakrzewski

PHOTOGRAPHIC REGISTRATION OF CHANGES IN THE FORM AND POSITION OF  
THE WATER TABLE IN THE NAVIGATION LOCK CHAMBER MODEL

S u m m a r y

Changing conditions of flow during the process of filling up and emptying navigation lock compel the researchers to use automated appliances registering characteristic values of the phenomenon in question. A basic parameter responsible for a safe lockage of ship constitute forces in moorings caused mainly by undu-

lation of the water table in the lock chamber. The AK - 16 film camera with additional equipment enabling to make frame shots at equal time intervals was used by the authors for registering the form and position of the water table in the navigation lock chamber. The water table positions in piezometers registered by film shots were read using the projector and plotted on graphs, which served as an initial material for the further analysis of the phenomena characterizing the process of filling up and emptying navigation lock chambers.