

Józef MAZUR

Kazimierz RUŁKA

OBR-8G "BUDOKOP" - Mysłowice

BADANIA KONTROLNO-POMIAROWE GÓROTWORU I OBUDOWY WSTĘPNEJ  
PODZIEMNYCH WYROBISK HYDROTECHNICZNYCH ELEKTROWNI WODNEJ  
CZORASZTYN-NIEDZICA

Część I. BADANIA ODKSZTAŁCEŃ BEZWZGLĘDNYCH GÓROTWORU  
PRZY ZASTOSOWANIU RÓŻNYCH RODZAJÓW OBUDOWY WSTĘPNEJ

**Streszczenie.** Szczególnie trudne warunki geologiczne w jakich z konieczności zostały zlokalizowane podstawowe wyrobiska hydroenergetyczne elektrowni wodnej przy zaporze Czorzystyn-Niedzica wymagały ustalenia na drodze badawczej najodpowiedniejszego modelu obciążeń działających na obudowę. Obudowy tych wyrobisk muszą zabezpieczyć bezawaryjną pracę całego systemu przy działaniu znacznych ciśnień zewnętrznych od strony górotworu oraz ciśnień wewnętrznych (uderzeń) wody o zmiennych wielkościach w różnych fazach pracy.

Badania przeprowadzone w wyrobiskach pilotujących i ostatecznych obejmowały pomiary odkształceń górotworu i obudowy wstępnej, a ich wyniki zamieszczono w dwu kolejnych częściach niniejszego referatu.

## 1. Wprowadzenie

Realizacja budowy sztolni hydroelektrowni Czorzystyn-Niedzica obok wielu problemów typu projektowo-organizacyjnego stworzyła konieczność prowadzenia całego szeregu prac badawczych. Problem ten wynikał z wielu przesłanek, a to:

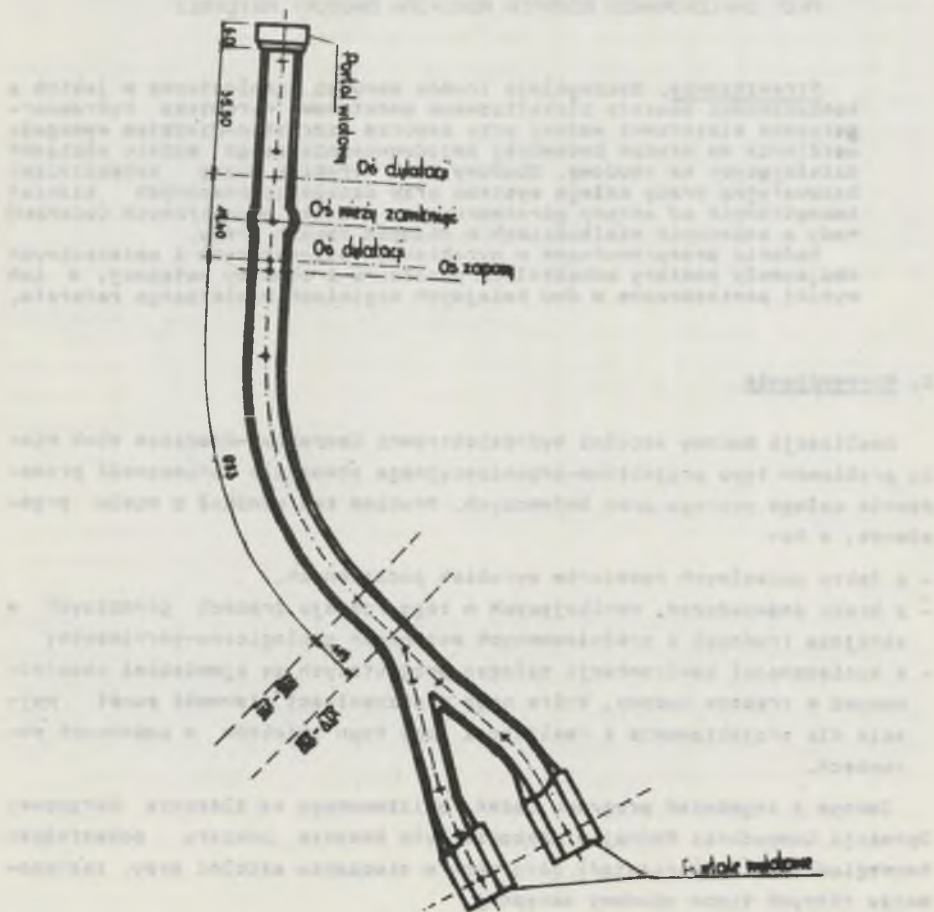
- z faktu unikalnych rozmiarów wyrobisk podziemnych,
- z braku doświadczeń, wynikających w tego rodzaju pracach górniczych w skrajnie trudnych i zróżnicowanych warunkach geologiczno-górnicych;
- z konieczności konfrontacji założeń projektowych ze zjawiskami obserwowanymi w trakcie budowy, które mogą w przyszłości stanowić punkt wyjścia dla projektowania i realizacji tego typu obiektów w podobnych warunkach.

Jednym z zagadnień programu badań realizowanego na zlecenie Okręgowej Dyrekcji Gospodarki Wodnej w Krakowie była kwestia pomiaru odkształceń bezwzględnych (rozwarstwień) górotworu w otoczeniu sztolni przy zastosowaniu różnych typów obudowy wstępnej.

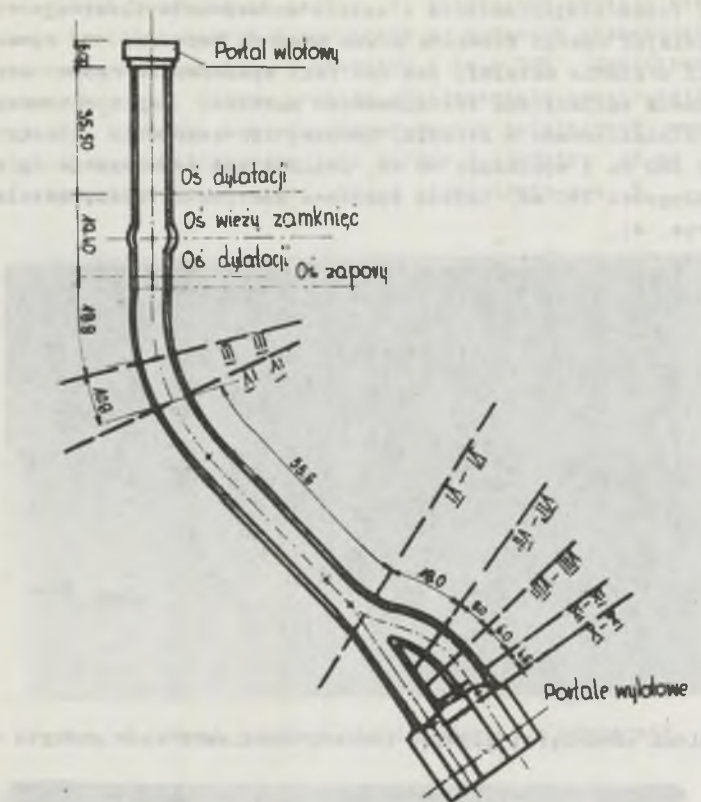
## 2. Badania odkształceń bezwzględnych górotworu

### 2.1. Metodyka badań oraz zastosowana aparatura pomiarowa

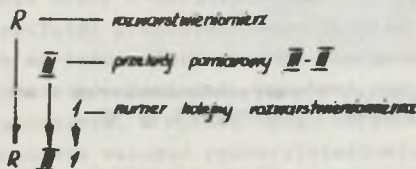
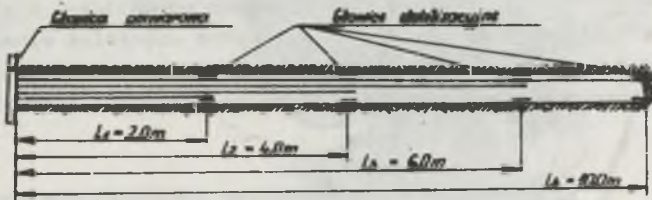
Do pomiaru odkształceń bezwzględnych górotworu zastosowano rozwarstwieńmiomierze o specjalnej konstrukcji. Ich lokalizacja została przewidziana w czterech przekrojach pomiarowych, co ilustrują rysunki 1 i 2. Zgodnie z założeniami rozwarstwieńmiomierze posadowiono w stropie w odwiertach o maksymalnej długości 10 m z głowicami stabilizowanymi w zasadzie na 2; 4; 6 i 10 m, z wyjątkiem rozwarstwieńmiomierza R III-1 w przekroju pomiarowym III-III, gdzie głowica została zaklinowana podczas wprowadzania na głębokości 8 m. Wymagana dokładność pomiaru miała wynosić  $\pm 1$  mm. Założona częstotliwość odczytów pomiarowych co 15±30 dni w pierwszych miesiącach, a w następnych stopniowo malejąca.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia stanowisk pomiarowych w sztolni lewej



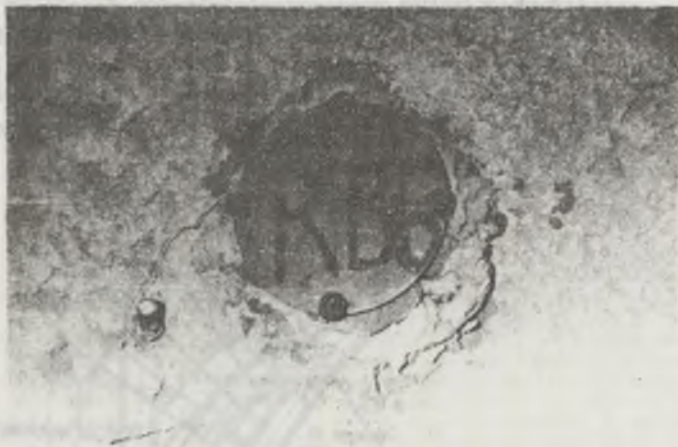
Rys. 2. Schemat rozmieszczenia stanowisk pomiarowych w sztolni prawej



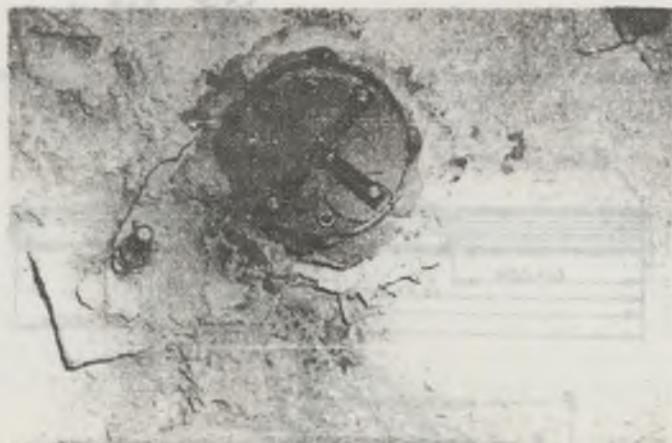
Rys. 3. Schemat oznakowania rozwarstwieniomierz

Schemat rozwarstwieniomierza i sposób oznakowania ilustruje rys. 3.

Uwzględniając wymogi stawiane przez program badawczy i wynikające z technologii drążenia sztolni, jak też fakt wykonywania robót strzałowych w bezpośrednim sąsiedztwie instalowanych punktów, zaprojektowano głowice pomiarowe zlokalizowane w stropie. Obudowę ich stanowiła płaska skrzynka o średnicy 240 mm i wysokości 40 mm, posiadająca prowadzenie rurowe w otworze o długości 150 mm. Całość zamykana pokrywą metalową ustaloną przez 4 śruby (rys. 4).



Rys. 4. Widok zamkniętej głowicy rozwarstwieniomierza w stropie wyrobiska



Rys. 5. Widok otwartej głowicy rozwarstwieniomierza - we wnętrzu widoczne elementy napinające strun

We wnętrzu obudowy umieszczono cztery elementy sprężyste z bezami pomiarowymi wykonanymi z miedzi Mm58 odpornego na korozję. Do tych ele-

mentów napinających, widocznych na rys. 5, zaczepione zostały struny biegące do głowic stabilizowanych w odwiercie na żądanych głębokościach. Na struny zastosowano drut stalowy o średnicy 1 mm z 20% dodatkiem chromu zapobiegającemu korozji. Osobny problem przedstawiała konstrukcja głowic stabilizacyjnych. W wyniku szeregu eksperymentów ostatecznie wypracowano i wykonano głowice stabilizacyjne jako rurowe o średnicy 45 mm z zakleuszczającymi elementami sprężystymi, które przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Widok głowicy stabilizowanej w odwiercie

Efekt zakleuszenia uzyskano dzięki licznym spękanom ścianek odwiertu spowodowanym pracą wiertnicy.

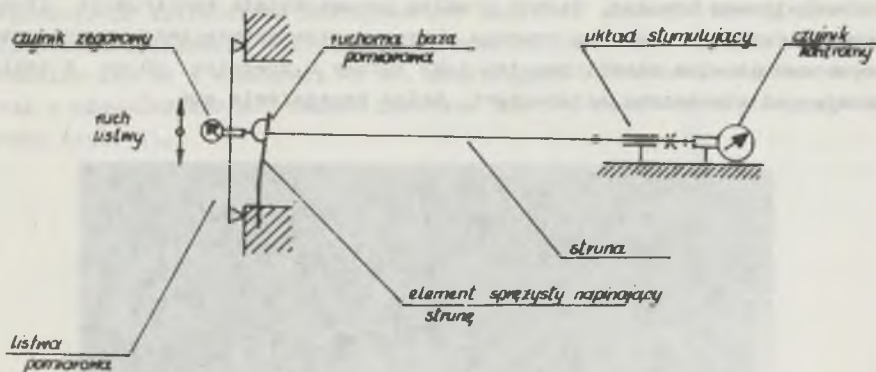
Kolejne głowice stabilizujące z zamocowanymi strunami o średnicy 1 mm (powłaczonymi smarem) wprowadzano do otworów za pomocą specjalnego (składającego się z 2-metrowych odcinków) zapychaka.

Po wprowadzeniu kolejnych strun do głowicy zakleuszczono je, a następnie sprawdzono jego skuteczność przez ściąg struny do 300 N. W końcowej fazie przygotowania rozwarstwieniomierza do pomiarów wykonywano pomiar zerowy.

## 2.2. Ocena wiarygodności wskazań rozwarstwieniomierzy

W celu dokonania oceny w warunkach laboratoryjnych wykonano kilka serii pomiarów, stymulując przemieszczenie punktu zaczepienia struny w różnych przedziałach wartości. Równocześnie mierzono wartości przemieszczeń ruchomej bezy rozwarstwieniomierza. Uzyskane rezultaty pomiarowe poddano obliczeniom statystycznym, w wyniku czego określono błąd pomiaru wartości wyliczonej na podstawie wskazań rozwarstwieniomierza w odniesieniu do faktycznych wartości stymulowanych. Wyniósł on 0,02 mm. Sposób określenia rzeczywistego przemieszczenia głowicy stabilizowanej wyliczono, jak ni-

zej, rozpatrując element napinający jak i strunę jako układ sprężysty. Odczyt na czujniku pomiarowym dokonywano przy ekstremalnym odchyleniu wskazówki, co wyjaśnia rysunek 7.



Rys. 7. Schemat stanowiska do kontroli wskaźń rozwarstwieniomierza

Dane:  $\Delta f = f' - f$ ; poszukiwane "s".

Zależność między wielkościami określając następujące równania:

$$f = \frac{P \cdot L^3}{3EJ}; \quad \Delta L = \frac{PL}{EF}; \quad s = \Delta f + \Delta L,$$

$$\Delta f = f' - f = \frac{P' L_2^3}{3E_2 \cdot J} - \frac{P L_2^3}{3E_2 \cdot J} = \frac{\Delta P \cdot L_2^3}{3E_2 \cdot J},$$

stąd

$$\Delta P = \frac{\Delta f \cdot 3E_2 \cdot J}{L_2^3},$$

$$\Delta L_1 = L'_1 - L_1 = \frac{\Delta P \cdot L_1}{E_1 \cdot F},$$

$$s = \Delta f + \Delta L_1 = \Delta f + \frac{L_1 \Delta P}{E_1 \cdot F} = \Delta f + \frac{\Delta f \cdot 3E_2 \cdot J}{L_2^3} \cdot \frac{L_1}{E_1 \cdot F} =$$

$$= \Delta f \left( 1 + \frac{3E_2 \cdot J \cdot L_1}{L_2^3 \cdot E_1 \cdot F} \right).$$

Dla określonych warunków konstrukcyjnych głowicy pomiarowej i długości struny wyrażenie  $\frac{3E_2 \cdot J \cdot L_1}{L_2^3 \cdot E_1 \cdot F}$  ma wartość stałą = C.

Zatem:

$$s = \Delta f(1 + C),$$

gdzie:

- $L_1$  - długość struny w cm przy obciążeniu siłą  $P$ ;
- $F$  - przekrój poprzeczny struny w  $\text{cm}^2$ ;
- $L'_1$  - długość struny przy obciążeniu siłą  $P$ ;
- $L$  - przyrost długości struny wywołany wzrostem siły  $P = P' - P$ ;
- $L_2$  - odległość przyłożenia siły  $P$  do belki od punktu utwierdzenia w cm;
- $E_1$  - moduł sprężystości struny w  $\text{kg/cm}^2$ ;
- $J$  - moment bezwładności w  $\text{cm}^4$ ;
- $E_2$  - moduł sprężystości belki w  $\text{kg/cm}^2$ ;
- $f$  - początkowa strzałka ugięcia odpowiadająca sile  $P$ ;
- $f'$  - wtórna strzałka ugięcia odpowiadająca sile  $P'$ ;
- $f$  - przyrost strzałki ugięcia;
- $s$  - przemieszczenie głowicy stabilizowanej w odwiercie.

Badania prowadzone na zrywarcie pozwoliły na określenie siły zrywającej próbkę ze strun w stanie nowym oraz umieszczonych w warunkach silnie korozyjnych (solanka) po okresie 1, 3 i 5 miesięcy.

Uzyskane wyniki pozwoliły wnosić, że agresywne środowisko nie wpływa na zmianę parametrów wytrzymałościowych zastosowanych strun, a średnia siła zrywająca dla różnych serii próbek wyniosła około 490 N. Obciążenie zatem w warunkach pomiaru siłą 30 N pozwalało na potwierdzenie wyżej przyjętych założeń, słusznych dla odkształceń sprężystych. W czasie długotrwałych pomiarów obciążenie wynosiło 6% wartości  $R_r$ . Zagadnieniem istotnym dla wiarygodności pomiarów w warunkach dołowych była skuteczność mocowania głowic stabilizowanych w odwiertach. W tym celu przeprowadzono pomiar wartości siły utwierdzającej głowice. Obciążenie zwiększono do 1000 N, nie powodując tym przesunięcia lub wyrwania zakleszczonej głowicy. Dawało to zapewnienie, że przy obciążeniu w czasie pomiaru siłą 30 N stabilność utwierdzenia głowicy będzie w pełni gwarantowała odwzorowanie występujących przemieszczeń.

Kolejnym czynnikiem rzutującym na prawidłowość wyników uzyskiwanych w warunkach "in situ" była temperatura otoczenia strun, która mogła w sposób zasadniczy zniekształcać faktyczny obraz przemieszczeń. W tym celu prowadzono okresowe pomiary w różnych punktach pomiarowych i w różnym czasie. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że temperatura we wnętrzu odwiertów, bez względu na porę roku, wynosiła  $+11^\circ\text{C}$ , przy czym wahania między różnymi punktami pomiarowymi wynosiły  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , zatem poprawki z tego tytułu można było pominąć.

### 2.3. Sposób wykonywania pomiarów oraz spostrzeżenia eksploatacyjne

Pomiary wykonywano za pomocą listwy o trzypunktowym podparciu, zaopatrzonej w zębaty czujnik pomiarowy z dokładnością wskazań 0,01 mm. Ustawienie czujnika w uchwycie listwy oraz okresowe pomiary kontrolne jego zamocowania dokonywano w szablonie wzorcowym, tak by uzyskać niezmiennie warunki odniesienia w czasie kolejnych pomiarów. Ten sam tok postępowania odnosił się do przypadków konieczności wymiany uszkodzonego czujnika w trakcie eksploatacji. Przyłożenie listwy pomiarowej w czasie kolejnych pomiarów następowało zawsze w określonym ściśle położeniu dzięki odpowiedniemu oznakowaniu na obudowach rozwarstwieniomierzy. Miejsca przyłożenia listwy na obudowie były w trakcie eksploatacji starannie konserwowane tożym, w celu zapobieżenia ich skorodowaniu. Sposób przyłożenia listwy w czasie pomiaru ilustruje rys. 8.



Rys. 8. Widok przyłożonej listwy pomiarowej o trzypunktowym podparciu w trakcie dokonywanego pomiaru

W trakcie eksploatacji rozwarstwieniomierzy stwierdzono przypadki przemieszczeń ruchomej bazy zbliżonych do granic zakresu pomiarowego czujnika. W tych przypadkach po dokonaniu pomiaru napięto ponownie struny, zmieniając tym samym położenie ruchomej bazy pomiarowej, po czym wykonywano kolejne pomiary. Zarejestrowano również dwa przypadki zniszczenia głowic pomiarowych rozwarstwieniomierzy zaraz po ich zabudowie na skutek prowadzenia w bliskim sąsiedztwie w niewłaściwy sposób robót strzałowych. W jednym przypadku odwiercono drugi otwór równoległe w odległości 0,5 m od pierwezego i zabudowano ponownie rozwarstwieniomierz. Natomiast w drugim

przypadku, z uwagi na dłuższą awarię urządzenia wiertniczego, drugiego otworu nie odwiercono i nie zabudowano rozwarstwieniomierza.

### 2.4. Wyniki pomiarów

W okresie prowadzonych badań zrealizowano zabudowę 5 stanowisk rozwarstwieniomierzy w następujących przekrojach pomiarowych:

- Przekrój III-III zrealizowano w kompleksach skalnych wapieni rogowcowych, łupkowych, spękanych, kostkowo przełamanych 1-2 mm wkładkami łupków czarnych lub iłów w chodniku pilotowym sztolni lewej (z obudową powłokową kotwiowo-natryskową), który następnie poszerzono do projektowanej szerokości górnej warstwy sztolni. W narożu stropu i ociosu wystąpiło silne sączenie wody.



- Przekrój VI-VI zrealizowano w kompleksach skalnych marglisto-żupkowych przełamanych wapieniami silnie zbrekcjonowanymi w chodniku pilotowym sztolni lewej z obudową żukową.
- Przekrój pomiarowy VII-VII zrealizowano w kompleksach skalnych marglisto-żupkowych w chodniku pilotowym sztolni lewej z obudową żukową.
- Przekrój pomiarowy VII'-VII' zrealizowano w kompleksach skalnych marglisto-żupkowych z wkładkami wapieni piaszczystych twardych w chodniku pilotowym w odległości 0,5 m od przekroju VII-VII.
- Przekrój pomiarowy XIII-XIII zrealizowano w kompleksach skalnych marglisto-żupkowych w chodniku pilotowym sztolni prawej.

W okresie badań uzyskano 200 odczytów pomiarowych realizowanych systematycznie co 15±30 dni w pierwszych miesiącach, a w następnych stopniowo w dłuższych odstępach czasu. W kilku przypadkach jedynie nie dokonano planowanych pomiarów z powodu braku dostępu do stropu lub zalania wodą przodku.

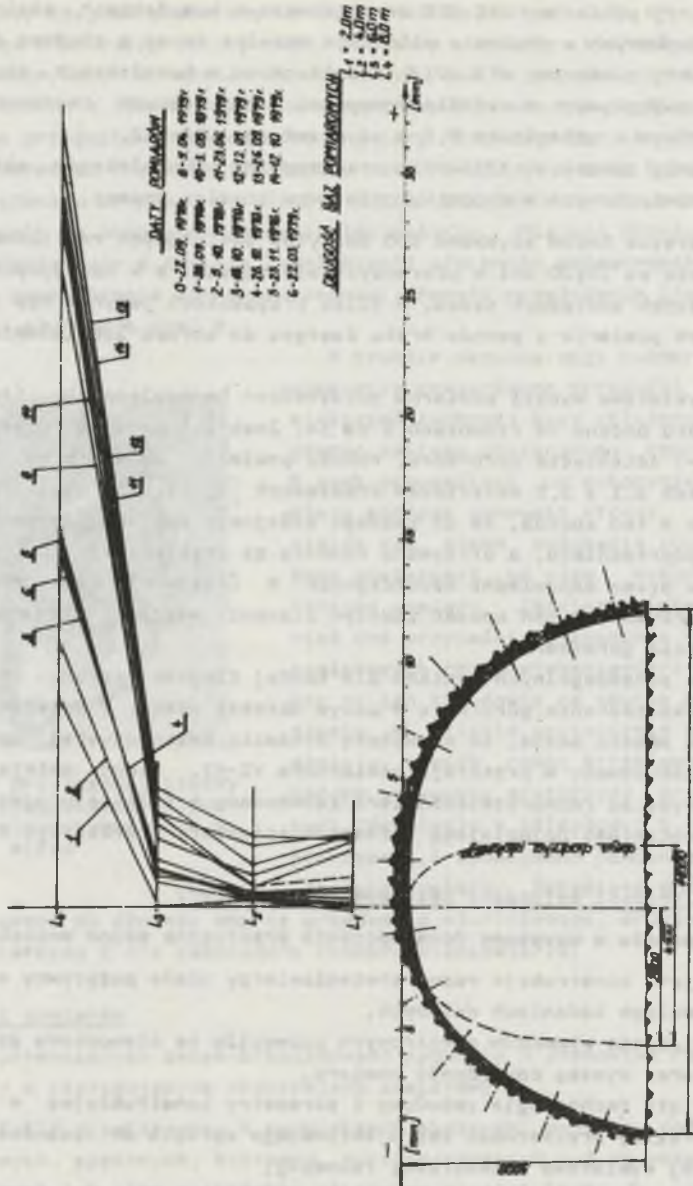
Przykładowe wyniki pomiarów odkształceń bezwzględnych (rozwarstwień) górotworu podano na rysunkach 9 do 14. Znak (+) oznacza rozwarstwienie, a znak (-) ściśnięcie górotworu. Wyniki pomiarów podano w mm. Zestawione w tablicach 5.1 ± 5.5 materiałów źródłowych [2, cz. II] wyniki pomiarów obliczono w ten sposób, że od każdego kolejnego pomiaru odejmowano wynik pomiaru poprzedniego, a otrzymaną różnicę ze znakiem (+) lub znakiem (-) mnożono przez odpowiedni współczynnik K (stały dla danej długości struny). Otrzymany w ten sposób iloczyn stanowi wartość rozwarstwienia lub ściśnięcia górotworu.

Suma poszczególnych wyników dla każdej długości struny stanowi całkowite odkształcenie górotworu w danym okresie czasu. Z przedstawionego materiału wnosić można, że najwyższą dynamikę zmian uzyskał rozwarstwieniomierz zabudowany w przekroju pomiarowym VI-VI. Nieco mniejszą dynamikę zmian wykazał rozwarstwieniomierz zabudowany w przekroju pomiarowym III-III, natomiast najmniejszą rozwarstwieniomierz w przekroju VII'-VII'.

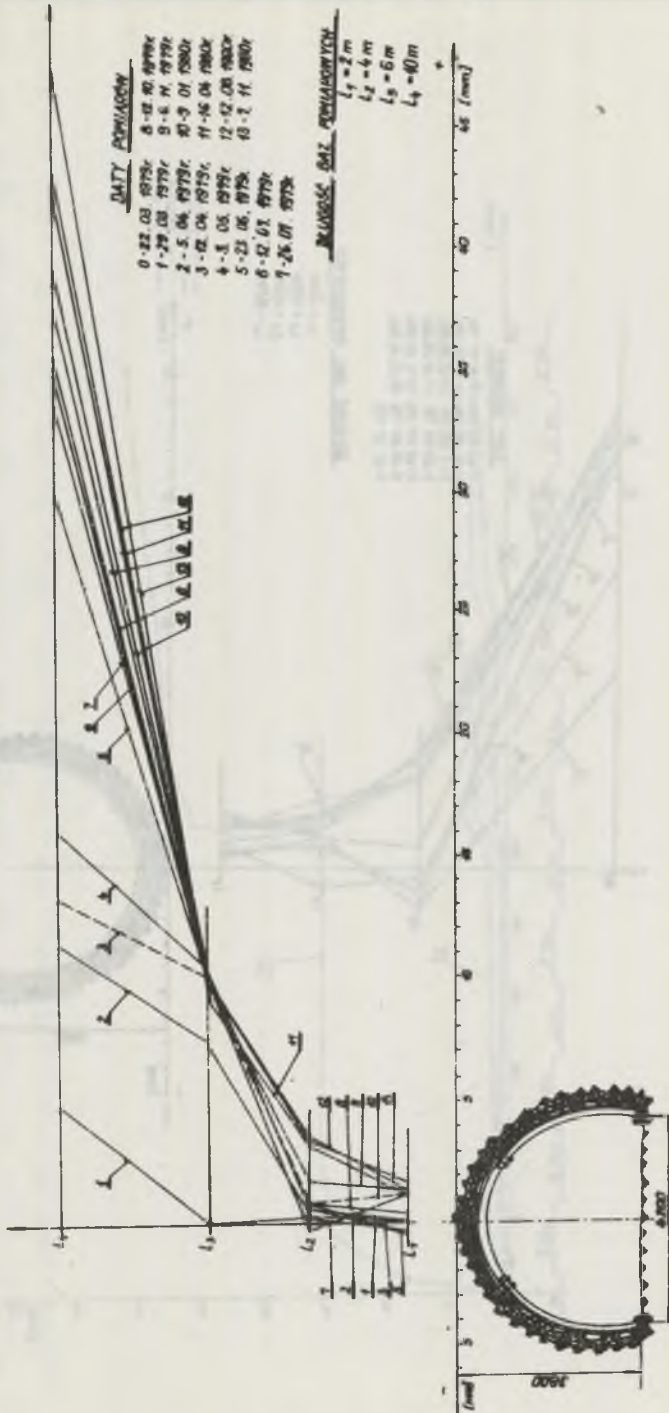
#### 2.5. Wnioski dotyczące zastosowanej aparatury

W oparciu o uzyskane doświadczenie praktyczne można wnioskować, że:

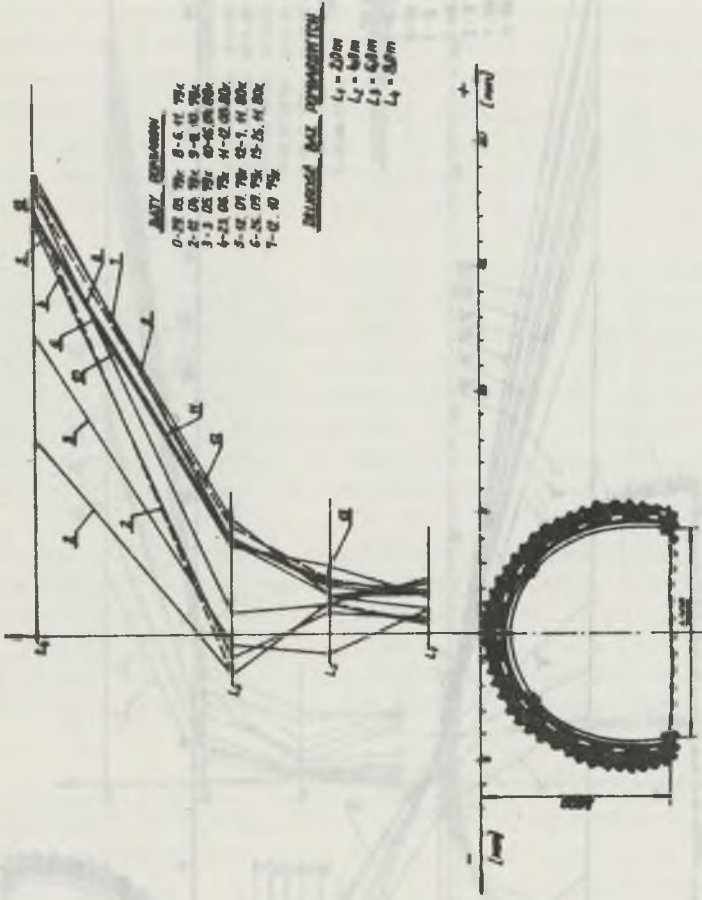
- przyjęta konstrukcja rozwarstwieniomierzy zdała pozytywny egzamin w długotrwałych badaniach dołowych,
- rozwiązanie elementów pomiarowych pozwoliło na stosunkowo łatwy ich montaż oraz wysoką dokładność pomiaru,
- przyjęta technologia zabudowy i parametry konstrukcyjne w pełni potwierdziły przydatność zaprojektowanego sprzętu do zabudowy w ograniczonej wymiarowo przestrzeni roboczej,
- przeprowadzone badania wpływu odkształceń bezwzględnych pozwoliły na rzeczową ocenę wiarygodności wskazań rozwarstwieniomierzy i określenie funkcji i jej zmian w czasie.



Rys. 9. Wykresy odkształceń bezwzględnych górotworu w czasie na stanowisku III-III dla poszczególnych baz pomiarowych



Rys. 10. Wykresy odkształceń bezwzględnych górotworu w czasie na stanowisku VI-VI dla poszczególnych baz pomiarowych



Rys. 11. Wykresy odkształceń bezwzględnych górotworu w czasie na stanowisku VII -VII' dla poszczególnych baz pomiarowych

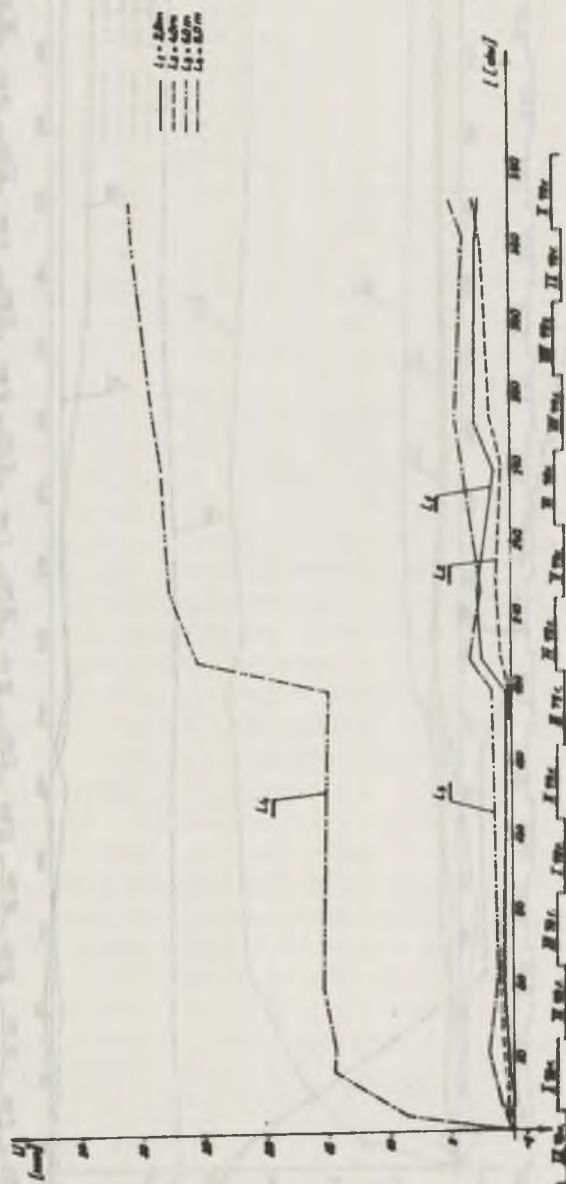
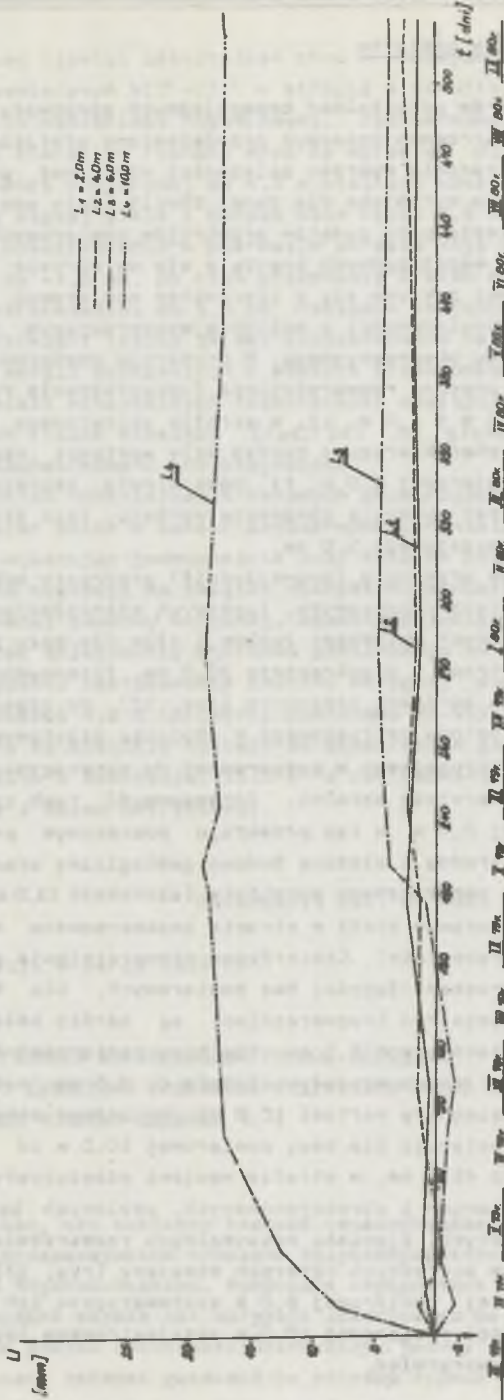


Fig. 12. Wykresy przebiegu rozwarstwień stropu w przekroju III-III dla poszczególnych baz pomiarowych



Rys. 13. Wykresy przebiegu rozwarzeń stropu w przekroju VI-VI dla poszczególnych bez pomiarowych



Rys. 14. Wykresy przebiegu rozwarstwień stropu w przekroju VII-VII dla poszczególnych bez pomiarowych

### 3. Omówienie wyników pomiarów

Przykłady pomiarów odkształceń bezwzględnych górotworu w stropie sztolni w układzie przestrzenno-czasowym przedstawiono graficznie na rysunkach 9-14. Rysunki te stanowią wykresy zależności mierzonej cechy od odległości do obrysu wyłamu wyrobiska dla danej chwili (daty pomiaru).

Wykresy te odniesiono do punktów przekrojów pomiarowych w taki sposób, że początek układu współrzędnych znajduje się na obrysie wyłamu wyrobiska, a oś odległości pokrywa się z kierunkiem pomiarowym. Uzyskano w ten sposób połączenie pogłębności z możliwie wyczerpującym i zwartym przedstawieniem materiału obserwacyjnego. W przekroju pomiarowym III-III w stropie zaobserwowano znaczne rozwarstwienia (odkształcenia rozciągające). Dla baz pomiarowych 2,0 m i 4,0 m, tj. w strefie skotwionego górotworu, przyrosty odkształceń charakteryzują bardzo małe wartości nie przekraczające 3,0 mm. Dla bazy pomiarowej 6,0 m, tj. poza strefą skotwionego górotworu, przyrosty odkształceń wykazują tendencje wzrostu, lecz stosunkowo niewielkiego bo nieprzekraczającego 5,0 mm.

Największe w tym przekroju (bezwzględnie) przyrosty odkształceń występują w strefie wapieni rogowcowych, łupkowych cienkoławicowych silnie spękanych i przełamanych wkładkami łupków i ilów dla bazy pomiarowej 8,0 m od obrysu wyłamu stropu i przekraczają 30,0 mm. Intensywność tego zjawiska wystąpiła w dwu okresach czasowych (rys. 12) do czasu wykonania obudowy powłokowej z betonu natryskowego w chodniku pilotowym oraz do czasu wykonania betonu natryskowego w poszerzonej do ostatecznego przekroju poprzecznego górnej warstwie sztolni. Intensywność tych zjawisk jest duża dla bazy pomiarowej 8,0 m w tym przekroju pomiarowym prawdopodobnie z uwagi na skrajnie trudną i złożoną budowę geologiczną oraz na bardzo duże rozmiary przekroju poprzecznego wyrobiska (szerokość 11,0 m, wysokość 5,0 m).

W przekroju pomiarowym VI-VI w stropie zaobserwowano największe odkształcenia (rozwarstwienia). Stwierdzone rozwarstwienia mają charakter rosnący wraz ze wzrostem długości baz pomiarowych. Dla bazy pomiarowej 2,0 m wartości odkształceń (rozwarstwień) są bardzo małe i nie przekraczają 2,0 mm, a ściskających 1,0 mm. Dla bazy pomiarowej 4,0 m wartości odkształceń rozciągających wzrosły zaledwie do 3,5 mm, natomiast dla bazy pomiarowej 6,0 m osiągnęły wartość 10,0 mm. Natomiast maksimum ich wartości bezwzględnej występuje dla bazy pomiarowej 10,0 m od obrysu wyłamu stropu i przekracza 45,0 mm, w strefie wapieni piaszczystych jasnopopielatych, silnie spękanych i zbrekjonowanych, użyłonych kalcytem z wkładkami łupków popielatych. Zjawiska maksymalnych rozwarstwień wystąpiły intensywnie w okresie pierwszych czterech miesięcy (rys. 13), przy czym nastąpiła do głębokości pomiarowej 6,0 m systematyczna ich stagnacja, natomiast do głębokości pomiarowej 10,0 m zarejestrowano łagodny przyrost wartości tychże rozwarstwień.



Podobny przebieg zjawisk odkształceń choć w mniejszym stopniu wystąpił w przekroju pomiarowym VII' -VII' w stropie w strefie margli łupkowatych przełamanych wapieniami rogowcowymi. Zaobserwowane odkształcenia rozciągające mają charakter rosnący wraz ze wzrostem długości baz pomiarowych. Do głębokości pomiarowej do 4,0 m wielkość odkształceń rozciągających jest mniej więcej stała i bardzo mała rzędu 2,5 mm. Natomiast na głębokości 6,0 m odkształcenia w pierwszym okresie mają charakter ściskający (skrócenia) do -1,5 mm, po czym przechodzą w stan odkształceń rozciągających (rozwarstwienia) do 5,0 mm. Maksimum wartości odkształceń ściskających (rozwarstwień) (rzędu 19 mm) zaobserwowano na bazie pomiarowej 10,0 m w strefie margli łupkowatych i wapieni krzemionkowych silnie zbrakcjonowanych. Zjawiska maksymalnych rozwarstwień wystąpiły intensywnie w okresie o pierwszych trzech miesiący (rys. 14) na głębokości pomiarowej 10,0 m, po czym zaobserwowano ich stagnację.

Przestrzenny układ odkształceń w badanych przekrojach pomiarowych wykazuje, że charakter zmian w czasie zaobserwowanych wielkości jest zbliżony jakościowo, wykazując jednocześnie dość istotne różnice ilościowe.

Analiza wyników wskazuje na związek charakteru wzrostu odkształceń z rodzajem zastosowanej obudowy wstępnej, czasem odłożenia stropu a wykonaniem obudowy oraz odległością kierunku pomiarowego od powierzchni obrysu wyłamu. W przypadku zastosowania obudowy wstępnej podatnej łukowej w wyrobisku o szerokości 4,2 m (przekrój pomiarowy VI-VI) odkształcenia bezwzględne górotworu są znacznie większe od odkształceń górotworu powstałych wokół wyrobiska o szerokości 11,0 m z zastosowaną obudową wstępną opłótkową (kotwie i beton natryskowy).

Recenzent: Doc. dr inż. Władysław KONOPKO

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1983 r.

#### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ВЫРАБОТОК ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЧОРШТЫН-НЕДЗИЦА Ч. I

#### Резюме

В работе показано, что особенно тяжёлые геологические условия, в которых из необходимости локализованы основные гидроэнергетические выработки гидроэлектростанции Чорштын-Недзица, требовали определения экспериментальным путём самой подходящей модели для нагрузок действующих на крепления. Крепления этих выработок должны обеспечить безотказную работу целой системы при действии значительных внешних давлений со стороны горной породы а также внутренних давлений (ударов) воды переменной величины в различных периодах работы.

Исследования проведённые в пробных и конечных выработках, состояли из измерений деформаций горной породы и предварительного крепления. Результаты этих исследований опубликованы в двух последующих частях данного реферата.

INVESTIGATIONS CONCERNING THE OROGEN AND TEMPORARY SUPPORT  
OF HYDRAULIC SUBTERRANEAN HEADINGS IN THE HYDRO-ELECTRIC  
POWER-STATION AT CZORSZTYN-NIDZICA

Part I. Investigations of absolute deformations of rock strata  
in the case of applying various kinds of temporary linings

S u m m a r y

The particularly difficult geological conditions encountered in the hydro-energetic headings of the hydro-electric power-station at the Czorsztyń-Nidzica dam have made it necessary to find the most adequate model of loads exerted upon the supports. The supports applied in these headings must warrant a failure-free operation of the whole system in spite of considerable external pressures exerted by the rock mass as well as internal pressure of the varying quantities of water occurring in the respective stages of operations.

The investigations carried out both in pilot headings and final ones comprised measurements of deformations of the rock mass and the temporary lining, the results of which have been gathered in the two subsequent parts of this paper.