

Stefan Mercik

**TYCZENIE BUDOWLI O KOŁOWYM KSZTAŁCIE PRZEKROJU POZIOMEGO  
PRZY POMOCY NOWEGO PRZYRZĄDU POMIAROWEGO**

**Streszczenie.** Na tle stosowanych w polskim budownictwie wysokościowym metod tyczenia budowli o kołowym kształcie przekroju poziomego omówiono w referacie nową metodę tyczenia oraz przyrząd do stosowania tej metody zwany arcometrem. Istotą nowej metody jest tyczenie i sprawdzenie położenia wytyczonego okręgu o danej średnicy w oparciu o zasadę, że kąty wsparte na średnicy są kątami prostymi.

### 1. Wstęp

Niniejszy artykuł jest omówieniem fragmentu pracy, jaka została wykonana w Zakładzie Geodezji w latach 1971-1972 w ramach problemu branżowego nr 225.01 MG1E w Katowicach, koordynowanego przez GIG. W ramach tej obszernej pracy dokonano analizy stosowanych metod tyczenia budowli powłokowych ze szczególnym uwzględnieniem chłodni kominowych o hiperboloidalnym kształcie powłoki.

Szczególne role prac geodezyjnych związane z tyczeniem tych obiektów polega na tym, że na podstawie stwierdzonych, na poziomie danego cyklu roboczego odchyłek od projektu, podaje się poprawki, które pozwalają skorygować błędy wykonawcze na poziomie cyklu następnego. Dzięki temu kształt powłoki jest płynny a rzeczywiste parametry geometryczne są zbliżone do parametrów projektowych. Można w związku z tym powiedzieć, że pomiary geodezyjne w tym ujęciu mają charakter twórczy i stanowią równocześnie integralną część procesu technologicznego wznoszenia budowli powłokowych o przekroju kołowym.

### 2. Metody tyczenia powłok o kołowym kształcie przekroju poziomego stosowane w polskim budownictwie wysokościowym

Technologia wznoszenia budowli determinuje metody tyczenia i stosowne do realizacji tych metod przyrządy pomiarowe. Ogólnie biorąc tyczeniu pod względem sytuacyjnym podlegają elementy liniowe, kątowe, bądź kątowe i liniowe. Elementy te odkłada się w czasie tyczenia lub mierzy przy sprawdzaniu poprawności wykonania prac budowlanych.

Bazę odniesienia stanowi tutaj punkt centralny lub ekscentryczny, przez który przechodzi układ osi pionowych i poziomych. W polskim budownictwie wysokościowym stosowana była metoda tyczenia z punktu centralnego oraz metoda tyczenia z punktu ekscentrycznego.

#### - Metoda tyczenia z punktu centralnego

W metodzie tej, z przeniesionego na poziom cyklu roboczego, punktu centralnego dokonuje się, poprzez odłożenie wartości promienia  $R$ , wyznaczenia w kilkudziesięciu punktach krawędzi deskowań, a następnie odbioru geodezyjnego zabetonowanego cyklu roboczego.

Na skutek ograniczonej sztywności rusztowań, temperatury, skurczu betonu a także błędów przeniesienia punktu centralnego i odłożenia wartości promienia powłoki  $R$ , zwykle zrealizowany fragment budowy odbiega od projektu. Ponieważ odbiór geodezyjny powłoki wykonuje się w tych samych punktach, w których odkładano wartości  $R$ , dlatego istnieje możliwość ustalenia w każdym z tych punktów różnicy  $f$  między rzeczywistą a projektowaną wartością promienia wg wzoru:

$$f = R_p^n - R_{rz}^n$$

gdzie:

$R_p^n$  - projektowana wartość promienia na wysokości cyklu  $n$ ,

$R_{rz}^n$  - rzeczywista wartość promienia na wysokości cyklu  $n$ .

W dalszej kolejności deskuje się następny cykl a ustawienie krawędzi deskowań odbywa się poprzez odłożenie odpowiedniej projektowej wartości promienia powiększonego o wartość poprawki odbiorczej.

Zamiast odkładania całej wartości promienia na cyklu  $n + 1$  ze względów praktycznych odkłada się różnice promieni

$$\Delta R = R_p^n - R_p^{n+1}$$

za pomocą tzw. pochyłomierza libelowego.

Po zakończeniu robót betonowych i związaniu betonu dokonuje się kolejnego przeniesienia punktu centralnego na wysokość danego cyklu.

Od przeniesionego przy pomocy pionownika optycznego punktu przeprowadza się odbiór robót wyznaczając zespół poprawek odbiorczych i dalszy tok postępowania jest podobny do omówionego. Z przytoczonego szkicowego opisu metody wynika, że może być ona stosowana tylko wówczas, gdy wieża rusztowania usytuowana jest nad punktem centralnym.

Obecnie ze względów ekonomicznych w Przedsiębiorstwie Budowy Chłodzi "Chłodnie Kominowe" w Gliwicach, zaniechano tego typu rusztowań na korzyść rusztowań niepełnych z wieżą przysięcienną.

## M e t o d a t y c z e n i a z e k s c e n t r u

W metodzie tej rolę punktu centralnego przejął punkt usytuowany ekscentrycznie względem środka chłodzi.

Do wytyczenia punktów powłoki tą metodą potrzebna jest znajomość ich współrzędnych na wysokościach cykli roboczych budowli. Opisywana metoda wymaga uzupełnienia projektu chłodzi o komplet danych umożliwiających tyczenie z ekscentru. Obliczenia te wykonuje się na maszynie cyfrowej, uwzględniając projektowe parametry powłoki i wartość ekscentru. Typowym sprzętem stosowanym do realizacji tej metody jest teodolit, niwelator, pion optyczny, taśma stalowa, bądź dalmierz oraz pochyłomierz libelowy.

Przebieg prac wytyczeniowych dla tej technologii jest podobny do opisanych w metodzie tyczenia z punktu centralnego.

Omówione metody, obie sprawdzone produkcyjnie, mają jak wszystkie, swoje wady i zalety.

Jedną z ważnych niedogodności jest znaczna liczba tyczonych bądź kontrolowanych elementów liniowych i kątowych lub jednych i drugich, co wydłuża cykl prac pomiarowych.

Podkreślmy, że obecność dużej ilości zbrojenia pionowego i elementów rusztowań na kierunkach wielkości podlegających tyczeniu lub sprawdzeniu utrudnia proces tyczenia tymi metodami.

Wymienione niektóre niedogodności omówionych metod skłaniają do poszukiwań metody, która będzie uwzględniać kryterium minimum czasu prac pomiarowych, dokładności, bezpieczeństwa, komfortu i zmniejszenia liczby personelu pomiarowego.

### 3. Nowa metoda tyczenia i sprawdzania położenia wytyczonego okręgu oraz przyrząd pomiarowy do jej realizacji

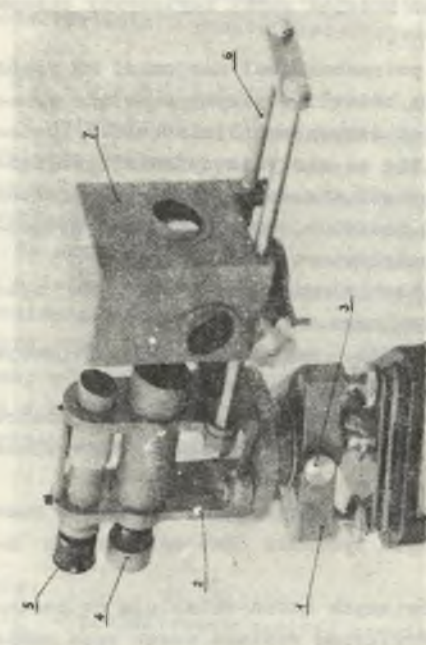
#### 3.1. Istota metody

Istotą metody jest tyczenie i sprawdzanie położenia wytyczonego okręgu o danej średnicy w oparciu o znaną zasadę, że kąty wsparte na średnicy są kątami prostymi.

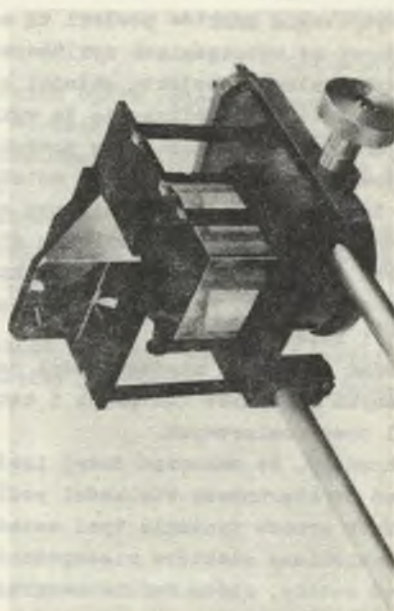
Tyczenie wierzchołka kąta prostego oraz sprawdzenie jego położenia w stosunku do położenia teoretycznego określonego przez punkt początkowy i końcowy średnicy, zrealizowane jest za pomocą specjalnie skonstruowanego przyrządu pomiarowego zwanego arcometrem (rys. 1,2).

Do wyposażenia przyrządu należą specjalne tarcze ustawione w punktach wyznaczających średnicę (rys. 3).

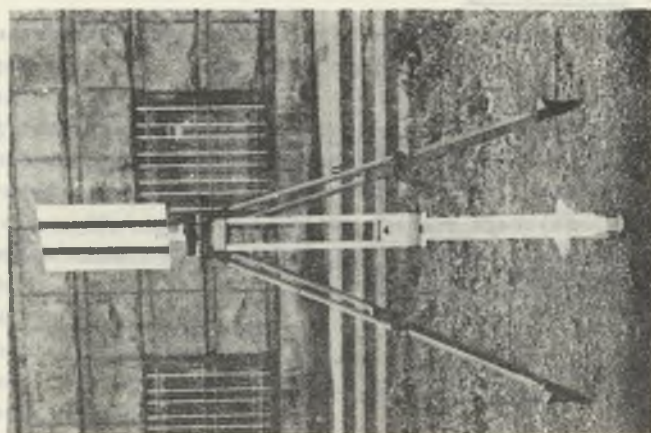




Rys. 1. Widok ogólny arcometru



Rys. 2. Widok pryzmatów po usunięciu osłony karetki



Rys. 3. Widok tarczy sygnalizacyjnej

### 3.2. Konstrukcje przyrządu<sup>1)</sup>

W typowej spodarce 1 osadzona jest obrotowa alidada 2 sprzęgana ze spodarką śrubą sprzęgającą 3. Na alidadzie 2 osadzona jest luneta pomiarowa 4, wizjer pionu optycznego 5 i prowadnica 6 z przesuwaną karetką 7. W karetkce 7 znajduje się pryzmat pentagonalny osadzony na obrotowej podstawie. Na prowadnicy 6 naniesiona jest podziałka umożliwiająca dokonywanie odczytów.

### 3.3. Wyznaczanie punktów okręgu za pomocą arcometru

Wyznaczanie punktów okręgu o danej średnicy odbywa się w sposób następujący:

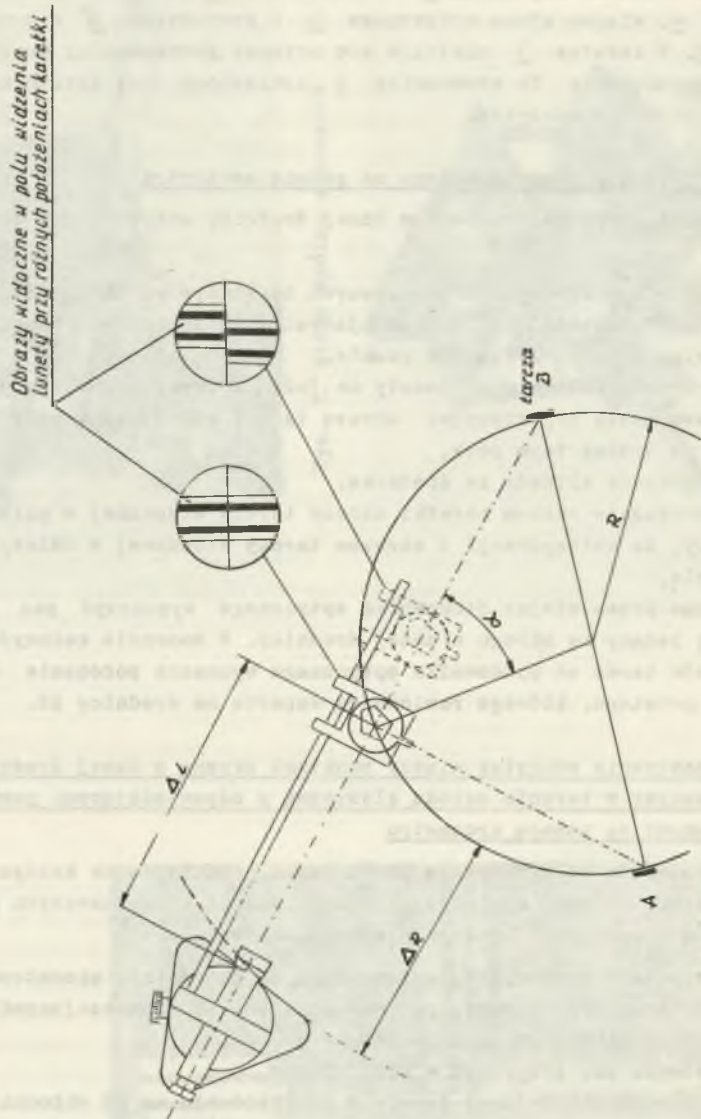
- a) ustawienie w spodarkach umocowanych do statywów, tarcz sygnalizacyjnych nad punktami AB wyznaczającymi średnicę okręgu (rys. 4),
- b) ustawienie osi przyrządu w pionie,
- c) skierowanie osi celowej lunety na jedną z tarcz sygnalizacyjnych,
- d) naprowadzenie orientacyjne obrazu tarczy widocznej w polu widzenia lunety na środek tego pola,
- e) sprzęgnięcie alidady ze spodarką,
- f) doprowadzenie ruchem karetki obrazu tarczy widocznej w polu widzenia lunety, do koincydencji z obrazem tarczy widocznej w dolnej części tego pola,
- g) patrząc przez wizjer pionownika optycznego wyznaczyć pod przyrządem punkt leżący na okręgu o danej średnicy. W momencie koincydencji obu obrazów tarcz osi pionownika optycznego wyznacza położenie wierzchołka kąta prostego, którego ramiona są wsparte na średnicy AB.

### 3.4. Wyznaczenie odchyłek między punktami okręgu o danej średnicy zrealizowanymi w terenie metodą klasyczną a odpowiadającymi punktami wyznaczonymi za pomocą arcometru

Czynności te są wykonywane przez skipę geodezyjną na każdym cyklu budowy powłoki chłodni kominowej. Pomiar odchyłek wykonawczych przy wykorzystaniu przyrządu przebiega w sposób następujący:

- a) ustawienie w spodarkach, umocowanych do specjalnie skonstruowanych statywów tarcz sygnalizacyjnych nad punktami AB wyznaczającymi średnicę na wysokości danego cyklu budowy (rys. 4),
- b) ustawienie osi przyrządu w pionie,
- c) skierowanie osi celowej lunety w przybliżeniu na oś chłodni,
- d) ustawienie wskaźnika odczytowego alidady na zero podziałki kątowej,
- e) skierowanie osi celowej lunety na jedną z tarcz sygnalizacyjnych,

<sup>1)</sup> Przyrząd został skonstruowany w Instytucie Konstrukcji Przyrządów Optycznych i Precyzyjnych Politechniki Warszawskiej.



Rys. 4. Zasada tyczenia i sprawdzania położenia punktów okręgu



- f) naprowadzenie obrazu tarczy sygnalizacyjnej widocznej w dolnej części pola widzenia lunety na środek tego pola (orientacyjnie),
- g) doprowadzenie ruchem karetki obrazu tarczy sygnalizacyjnej w widocznej górnej części pola widzenia lunety do koïncydencji z obrazem tarczy widocznej w dolnej części tego pola,
- h) wykonanie odczytu  $L_1$ , na podziałce prowadnicy karetki,
- i) patrząc przez wizjer pionownika, naprowadzić karetkę na obraz krawędzi blachy deskowania przestawnego,
- j) wykonanie powtórnego odczytu  $L_2$  na podziałce prowadnicy karetki,
- k) wykonanie odczytu kąta  $\alpha$  na podziałce kątowej,
- l) różnicę odczytów  $L$  na podziałce prowadnicy karetki, odpowiadającą jej obu położeniom pomnożyć przez  $\cos \alpha$ . Wartość odchyłki w kierunku promienia okręgu oblicza się ze wzoru

$$\Delta R = \Delta L \cdot \cos \alpha$$

gdzie:

- $\Delta L = L_2 - L_1$  - różnica odczytów na podziałce prowadnicy karetki,  
 $\alpha$  - kąt zawarty między kierunkiem do jednej z tarcz celowniczych a kierunkiem promienia w danym punkcie okręgu.

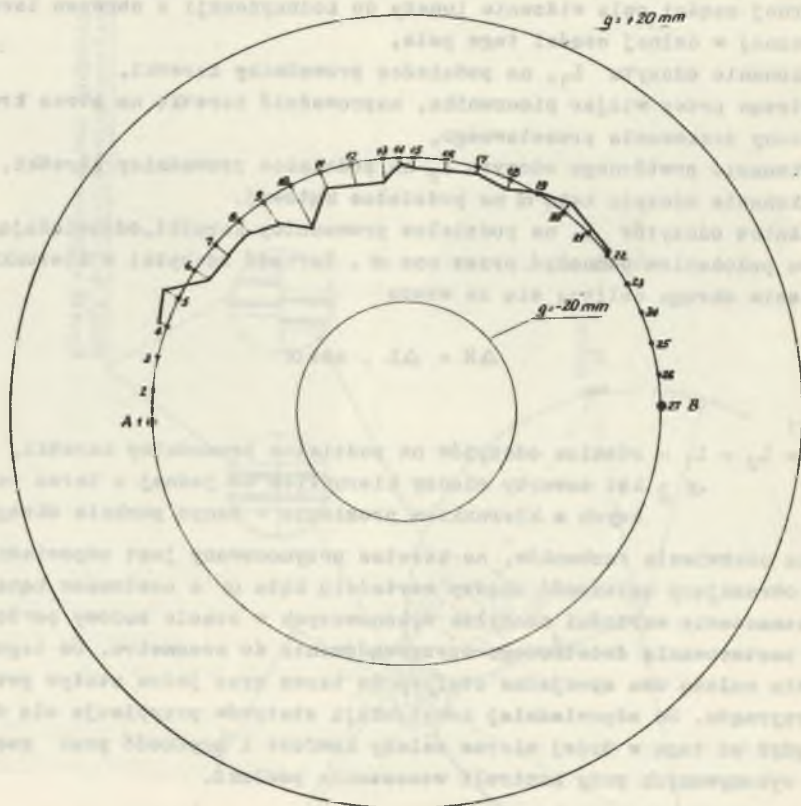
Dla ułatwienia rachunków, na karetkę przymocowany jest odpowiedni wykres obrazujący zależność między wartością kąta  $\alpha$  a cosinusem kąta  $\alpha$ .

Wyznaczenie wartości odchyłek wykonawczych w czasie budowy powłoki wymaga zastosowania dodatkowego oprzyrządowania do arcometru. Do tego wyposażenia należą dwa specjalne statywy do tarcz oraz jeden statyw przenośny do przyrządu. Do odpowiedniej konstrukcji statywów przypisuje się dużą wagę, gdyż od tego w dużej mierze zależy komfort i szybkość prac geodezyjnych wykonywanych przy kontroli wznoszenia powłoki.

#### B a d a n i e p r z y r z ą d u

Istotą koncepcji badań był, porównanie położenia punktów okręgu wytyczonych w sposób dokładny za pomocą taśmy stalowej, z odpowiednimi punktami okręgu wyznaczonymi za pomocą badanego przyrządu. W czasie tyczenia punktów okręgu metodą klasyczną uzyskano dokładność wyznaczenia położenia punktu na okręgu  $\pm 0,5$  mm. W związku z tym wyznaczone położenie punktów w stosunku do położenia wyznaczonego arcometrem można było uznać za prawdziwe i w stosunku do nich określić dokładność wskazań badanego przyrządu (rys. 5,6,7).

Wykres stwierdzonych odchyłek tyczenia w czasie jednego cyklu badań



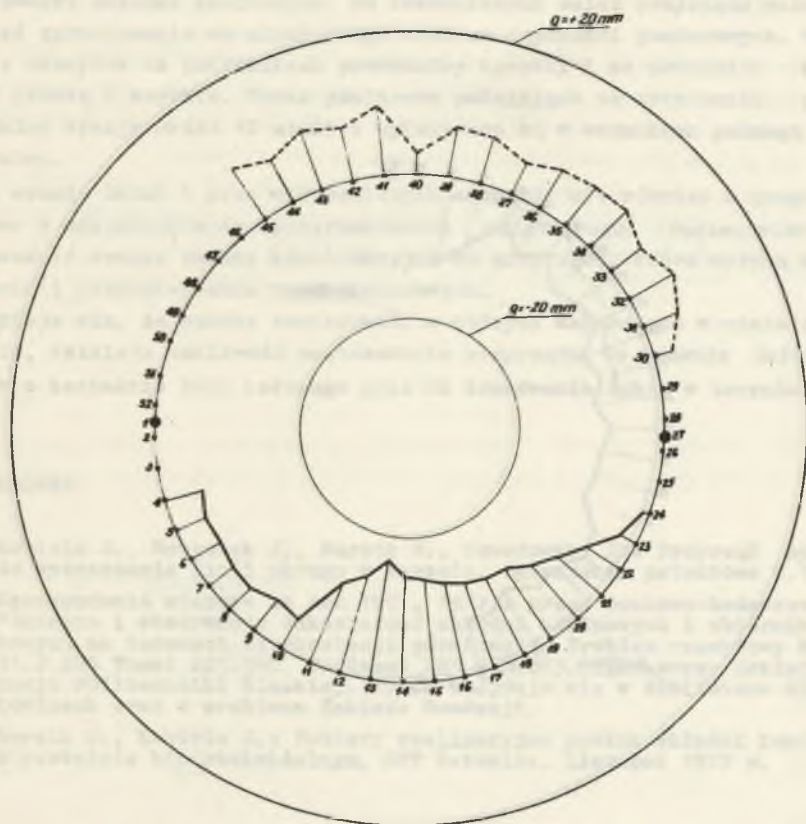
Skala sytuacji 1:1000  
Skala odchyłek 2:1

**Oznaczenia:**  
 — Zasięg granicznych odchyłek promieniowych  
 • Zasygnalizowane punkty średnicy

Rys. 5. Cykl obserwacji nr 1



Wykres stwierdzonych odchyłek tyczenia w czasie jednego cyklu badań



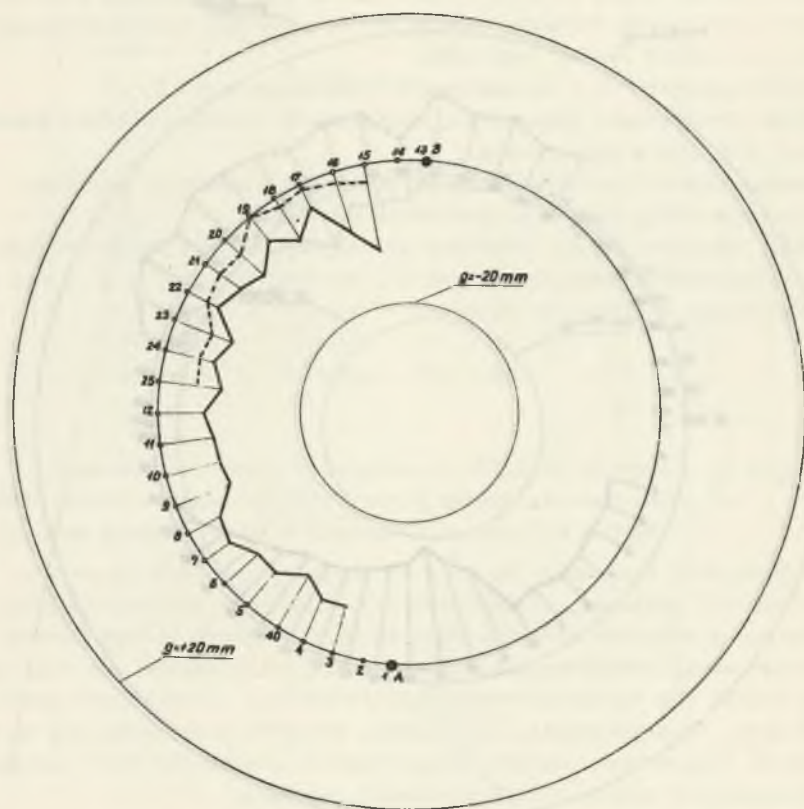
Skala sytuacji 1:1000  
Skala odchyłek 2:1

Oznaczenia:

- obserwacje dla przyzmatu skierowanego w lewo
- - - obserwacje dla przyzmatu skierowanego w prawo
- zasięg granicznych odchyłek promieniowych
- sygnalizowane punkty średnicy

Rys. 6. Cykl obserwacji nr 1

Wykres stwierdzonych odchyłek tyczenia w czasie jednego cyklu badań



Skala sytuacji 1:1000  
Skala odchyłek 2:1

Oznaczenia:

- obserwacje wykonane przy średnicy AB 69,996 m
- obserwacje wykonane przy średnicy AB 70,000 m
- zasięg granicznych odchyłek promieniowych
- sygnalizowane punkty średnicy

Rys. 7. Cykl obserwacji nr 1

### 3.5. Ocena dotychczasowych prac wdrożeniowych i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń nasuwa się wniosek, że przyrząd może być stosowany z powodzeniem do kontroli prawidłowości wznoszenia powłok chłodni kominowych. Do zasadniczych zalet przyrządu należy zaliczyć ograniczenie do niezbędnego minimum czynności pomiarowych. Wykonywanie odczytów na podziałkach prowadnicy karetki i na podziałce kątowej jest proste i szybkie. Prace pomiarowe polegające na wytyczeniu punktów średnicy trwają około 10 minut i wykonywane są w warunkach pełnego bezpieczeństwa.

W czasie badań i prac wdrożeniowych nasunęły się również i uwagi krytyczne w odniesieniu do oprzyrządowania dodatkowego. Postanowiono też wprowadzić drobne zmiany konstrukcyjne do przyrządu, które wpłyną na ułatwienie i przyspieszenie prac pomiarowych.

Wydaje się, że oprócz zastosowań, o których wspomniano w niniejszym artykule, istnieje możliwość zastosowania przyrządu do badania deformacji torów o kształcie łuku kołowego oraz do trasowania łuków w terenie.

#### LITERATURA

- [1] Kobiela J., Matysiak J., Mercik S., Szwedowski A.: Przyrząd optyczny do wyznaczania linii okręgu w terenie. Zgłoszenie patentowe P.154832.
- [2] Sprawozdanie etapowe za rok 1971, 1972 z pracy naukowo-badawczej pt.: "Badania i obserwacje odkształceń chłodni kominowych i zbiorników wiatrowych na terenach eksploatacji górniczej". Problem resortowy MGIE Nr 01.2.225 Temat 225.Q60. Podtemat 225.060.003. Wykonawca: Zakład Geodezji Politechniki Śląskiej. Praca znajduje się w Bibliotece GIG w Katowicach oraz w archiwum Zakładu Geodezji.
- [3] Mercik S., Kobiela J.: Pomiary realizacyjne powłok chłodni kominowych o kształcie hiperboloidalnym, OPT Katowice, listopad 1972 r.

#### РАЗБИВКА СООРУЖЕНИЙ КРУГЛООБРАЗНОЙ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ НОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

#### Резюме

На основе применяемых в польском строительстве высотных зданий методов разбивки сооружений круглообразной формы поперечного сечения в докладе рассматривается новый метод разбивки и прибор, называемый аркометром. Суть нового метода - это разбивка и проверка расположения размеченного круга определенного диаметра с учётом правила, гласящего, что углы, опирающиеся на диаметр, являются прямыми углами.



SETTING OUT THE CONSTRUCTIONS WITH CIRCULAR HORIZONTAL CROSS-SECTION BY MEANS OF A NEW MEASURING INSTRUMENT

Summary

On the basis of the methods of setting out the constructions with circular cross-sections in Polish multi - storeyed building engineering, a new method of setting out and a new instrument for utilizing this method, called an acrometer, have been presented in the article. The essential point of this new method is setting out and checking the position of a set out circle with a known diameter, basing on the principle that the angles rested on the diameter are right angles.



\*\*\*\*\*