

JĘDRZEJ MÜLLER¹, STANISŁAW OSTAFICZUK²

APPLICATION OF PHOTOGRAMMETRIC METHODS TO INVESTIGATION OF WIND RIPPLE DYNAMICS

(5 Figs.)

*Zastosowanie metod fotogrametrycznych do badań rozwoju
zmarszczek eolicznych*³

(5 fig.)

GENERAL DATA

The observations were carried out in tunnel having test section 10 m in length and 0.7 m in cross section. Conditions of air flux in the tunnel are shown on fig. 1. Sandy bottom near the mouth of the tunnel was periodically alimented with sand of median diameter 0.17 mm and standard

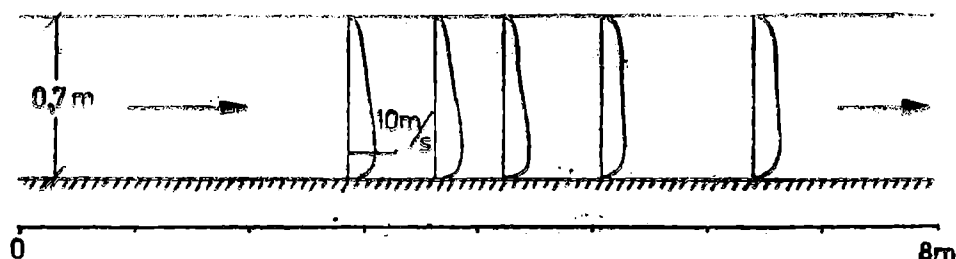


Fig. 1. Velocity distribution inside the tunnel

Fig. 1. Rozkłady prędkości wiatru w tunelu

deviation 0.05 as estimated by ribbon counting from a thin section made of artificially consolidated sand. At distance 5—7 m from the mouth of the tunnel aggradational conditions prevailed. This area was chosen for the photogrammetric measurements. They included registration of ripple development on primary planar surface and also measurements of path-lines of particular grains.

¹ Warszawa, al. Na Skarpie 20/26. Muzeum Ziemi PAN.

² Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93. Zakład Kartowania Geol. Uniwersytetu Warszawskiego.

³ Tekst i figury wchodzące w skład tego artykułu prezentowane były na wystawie fotogrametrycznej czynnej w czasie XI Międzynarodowego Kongresu Fotogrametrycznego w Lozannie, w sierpniu 1968 roku.

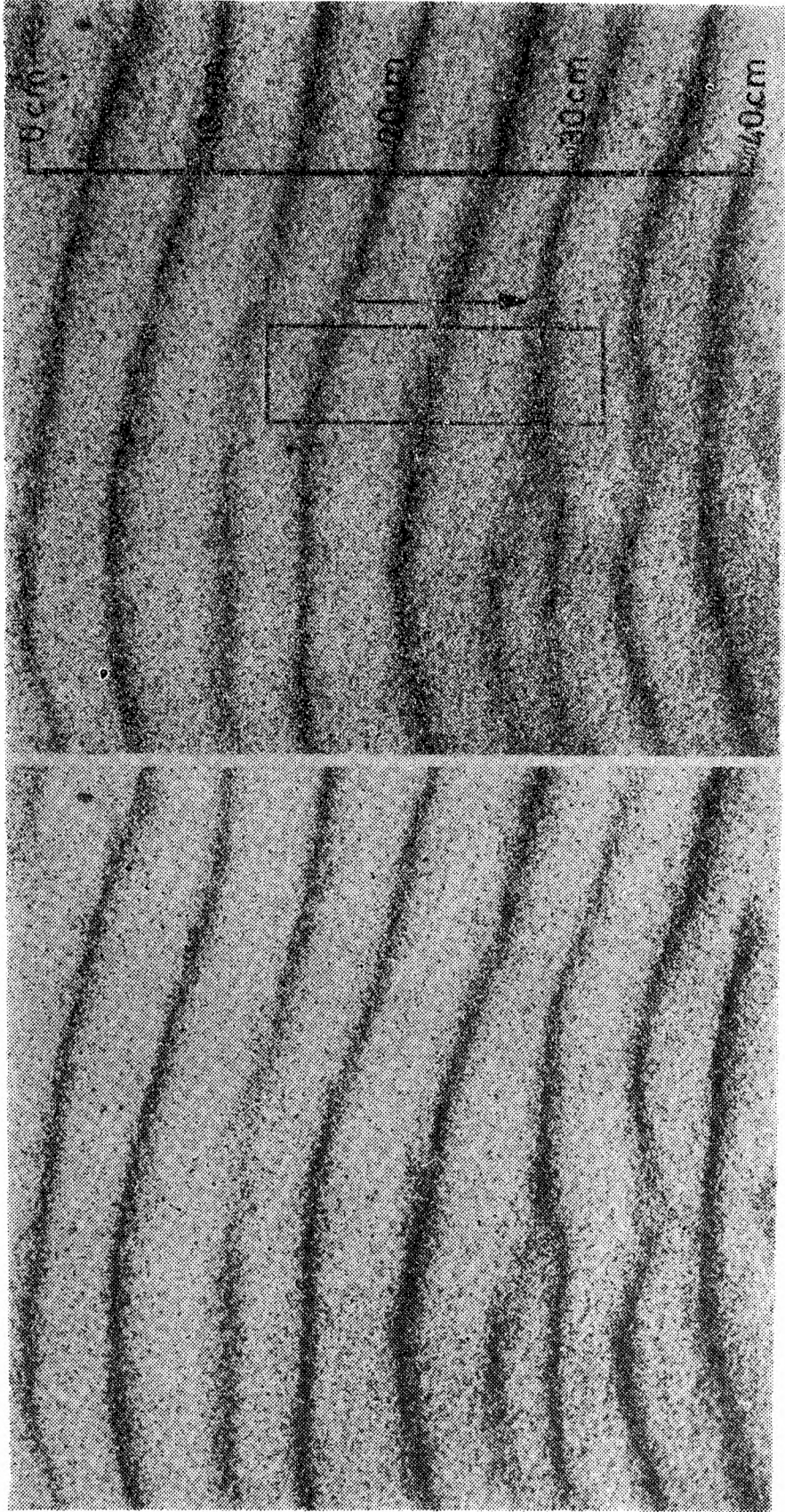


Fig. 2. Stereopair of ripples developed on the tunnel bed
Fig. 2. Stereopara obrazująca zmarszczki na dnie tunelu; strzałką zaznaczony kierunek wiatru, obszar zamknięty prostokątem przedstawiony jest na fig. 5

INSTRUMENTS USED

Cameras: Linhof 13×18 — for stereopairs, Praktisix — for photos from fixed position of the set. Special sets: Stereoautograph Zeiss Jena with electrically linked drawing table — for profiles, Autograph Wild A5 — for contour map. Interpretoscope Zeiss Jena and stecometer Zeiss Jena for grain paths measurements.

DEVELOPMENT OF RIPPLES

Stereopairs (fig. 2) taken at different time intervals (0—225 min.) from the beginning of the experiment were used to draw a series of profiles, which gives a picture of morphological changes of primary planar surface during sand flow over grain bed. The development of ripples may be divided into three stages. In the first stage (fig. 3, 4) the irregularities appearing on the bed were randomly spaced and their height was of the range of 2—3 diameters of the greatest grains taking part in the movement. The second stage forms (fig. 3.7'—22') were apparently greater than those of the first stage. They constituted a pattern of transverse ridges having cross sections symmetrical or slightly asymmetrical. In the latter case the steeper slopes were turned windward. The upgrowth of the third stage ripples was accomplished with a lateral growth of their windward face. They had typical shape of current ripples (fig. 3.82'—225'). The morphology of the third stage ripples was changeable due to numerous small groups of a few up to twenty grains marching downwind on the ripple slopes.

On windward faces of the ripples the moving groups of grains acquire shapes of microbarchans or longitudinal ridges, sometimes they appear as parabolic dunes. On the lee sides conical groups of coarser grains tend to appear. They mark joint drift of the particles down slope. The groups are visible on magnified profiles and also on the contours (fig. 4) as sinusoidal recurvatures. Those contours were made using the standard photogrammetric techniques, similar to that applied by Thompson 1958. The forms belonging to the first and to the second stage were built up with the coarsest material exclusively. In the third stage ripples this material appears on crests and slip faces only. The troughs and the lower parts of windward slopes are made of a considerably finer material.

GRAIN MOVEMENT

Grain movement was observed visually, in UV light with the fluorescent tracers. It was seen that coarser grains, accumulating on the lee side of the third stage ripples move only by rolling and sliding. Finer grains (from the troughs) are transported by saltation.

The height of particular jumps is 1—4 mm and length 3—9 mm. Path lines of particular grains were found by analysis of photos taken from fixed position of the camera at 3 sec. time intervals. Pairs of these photographs show parallaxes of pictures of the grain which moved during 3 sec. time interval between successive shots. Visual survey of these „time parallaxes” was made with the interpretoscope. The so called „elastic objective” of this interpretoscope allows an insight into the whole picture of the photogram. It may also be focused on any chosen part of the photo-

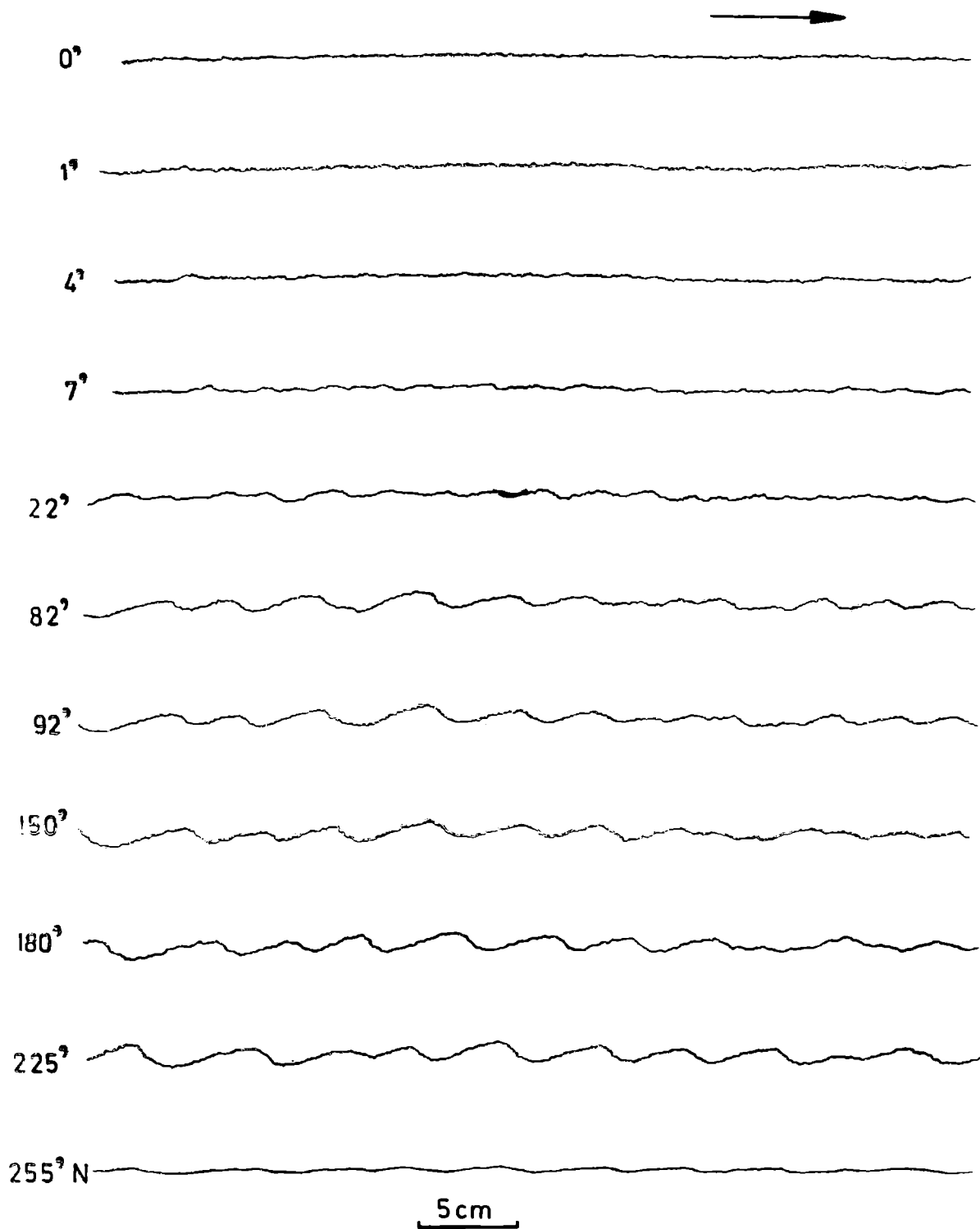


Fig. 3. Profiles of the tunnel bed during development of ripples Numbers 1'—225' mean minutes past the beginning of the experiment

Fig. 3. Profile dna tunelu podczas rozwoju zmarszczek. Liczby 1'—225' oznaczają ilość minut od początku eksperymentu

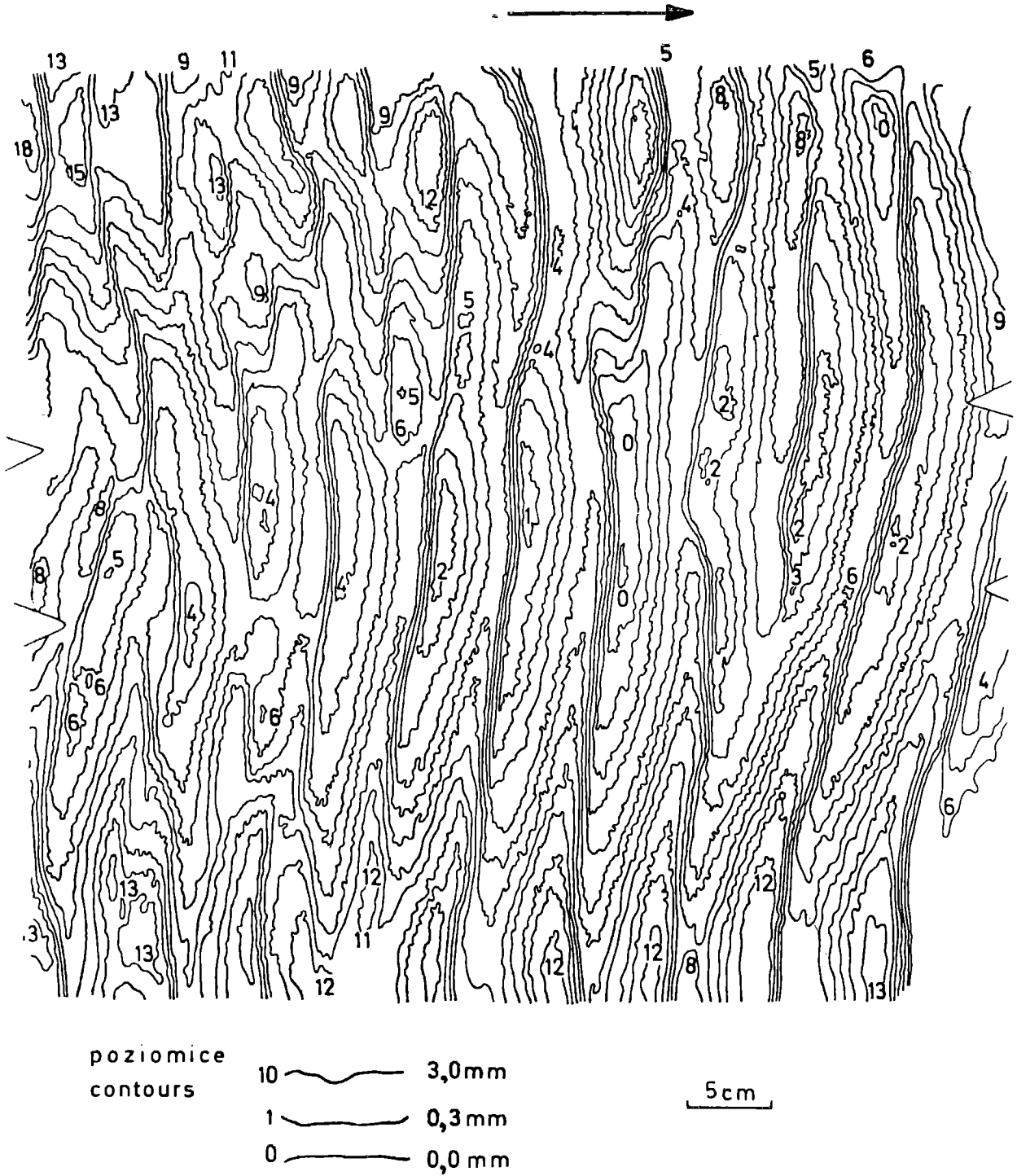


Fig. 4. Countour map of ripples developed after 180' from start
Fig. 4. Mapa poziomicowa zmarszczek utworzonych w ciągu 180'

gram, so that its details may be observed in larger scale. Magnitudes of „time paralaxes” were measured with the stecometer (fig. 5). On this figure approximately 1/15 of the grain paths, have been registered. Since these paths were chosen at random it is possible that the operators

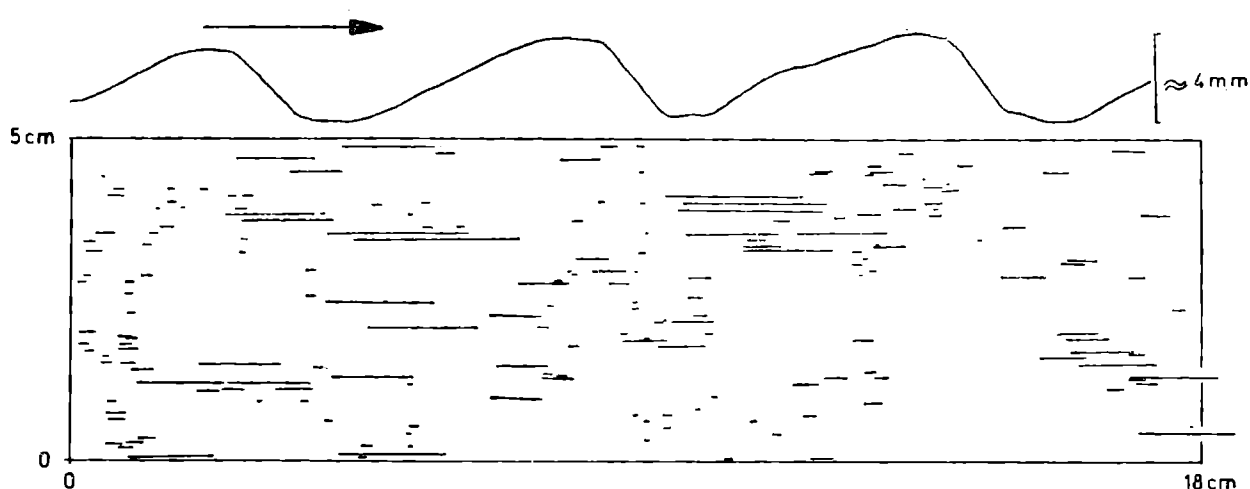


Fig. 5. Grain paths measured with the time paralaxe method. Area of observation is indicated on fig. 2. Profile of ripples represents situation in the centrum of the rectangle

Fig. 5. Tory ziarn określone przy zastosowaniu metody paralaksy czasowej

attention was attracted to those grains which due to their bright colours were more easy to observe. The paralaxe method is however the only one which makes possible measuring paths of the grains starting from a known position, fixed on morphological picture of a ripple. The above method may be used also to measure the mean speed of grains. To do this, it is necessary to have a simple technique of selecting a statistical sample from clouds of the grains showing the paralaxe.

Museum of Earth, Polish Academy of Sciences, Warsaw
Laboratory of Geological Cartography, University of Warsaw, Warszawa

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Müller J. (1968), Warstwowania utworów eolicznych w świetle danych z eksperymentu przeprowadzonego w tunelu aerodynamicznym, *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 38, 2—3, pp. 229—230, Kraków.
- Thompson M.M. (1958), Photogrammetric mapping of sand beds in a hydraulic test flume, *Photogrammetric Engineering*, 14, 6, pp. 468—475.

STRESZCZENIE

Badania prowadzone były w tunelu aerodynamicznym opisanym przez J. Müllera (1968). Rozkłady prędkości przepływu powietrza w tunelu, w czasie doświadczenia obrazuje fig. 1. Do zdjęć użyto aparatów Linhof Technika 13×18 i Praktisix.

Opracowanie fotogrametryczne wykonano z pomocą steroautografu (Zeiss Jena), autografu (Wild — A5) oraz interpretoskopu i stekometru (Zeiss Jena). Wybrany do badań fotogrametrycznych obszar dna tunelu znajdował się w odległości 5—7 m od wejścia. Panowały tam warunki akumulacyjne.

Wykonane doświadczenia obejmowały badania tworzenia się zmarszczek na płaskiej, sztucznie wyrównanej powierzchni ziarnistej oraz badania ruchu pojedynczych ziarn ponad dnem pokrytym zmarszczkami. Powstanie sieci zmarszczek poprzecznych na pierwotnie płaskim dnie przedstawia seria profili (fig. 3). Wydziela się trzy stadia rozwoju. W pierwszym (fig. 3.4') pojawiające się nierówności dna rozłożone przypadkowo, a ich wysokość nie przekracza 3 średnic największych ziarn biorących udział w ruchu. Formy te złożone są wyłącznie z tego najgrubszego materiału. Z takich samych ziarn zbudowane są dość regularne sieci symetrycznych lub asymetrycznych — wtedy ze stromszym zboczem zwróconym pod wiatr — form drugiego stadium (fig. 3.10'). Ich wysokość i rozstęp są tego samego rzędu co w dojrzałych zmarszczkach trzeciego stadium. Te ostatnie (fig. 3.28'—225') są to typowe zmarszczki asymetryczne. Ich grzbiety i stoki zawietrzne zbudowane są z materiału grubszego, doliny i niższa część stoków nawietrznych z drobniejszego. Szczegóły morfologii tych form są zmienne w czasie z uwagi na obecność na ich stokach małych szybko wędrujących grup grubszych ziarn, przyjmujących kształty barchanów, form wałowych i parabolicznych. Obecność tych grup widoczna jest na planie (fig. 4) jako wsteczne zakrzywienie poziomic.

Ruch ziarn obserwowano wizualnie przy zastosowaniu barwników fluorescencyjnych i lampy kwarcowej z filtrem Wooda. Stwierdzono, że grubsze ziarna, gromadzące się na stokach zawietrznych form trzeciego stadium, tylko toczą się i ślizgają po powierzchni. Ziarna drobniejsze (z dolin zmarszczek) wykonują krótkie skoki 1 do 4 mm wysokości oraz 3—9 mm długości. Prędkość poszczególnych ziarn badano fotogrametrycznie, wykorzystując zjawisko „paralaksy czasowej” ziarn, które przesunęły się w czasie 3 sek. dzielącym wykonanie kolejnych zdjęć ze stałej pozycji pojedynczego aparatu. Drogi ziarn, których ruch uchwycony został w ten sposób przedstawia fig. 5.

*Muzeum Ziemi PAN
Warszawa
Zakład Kartowania Geol.
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa*