

## **Zdjęcia lotnicze i naziemne w badaniach prądów Jeziora Żarnowieckiego i Raduńskiego Górnego**

### WSTĘP

Metody fotogrametryczne rejestracji prądów wodnych (Furmańczyk, 1972; Linsenbarth, 1974; *Primienienije...*, 1964) opierają się na śledzeniu ruchu traserów przez wykonywanie zdjęć lotniczych lub naziemnych w określonych odstępach czasu. Umożliwia to:

- wykonywanie pomiarów jednoczesnych na dużych powierzchniach przy użyciu licznych traserów (co jest szczególnie cenne przy niestacjonarnościach prądów w jeziorach),
- dużą dokładność rejestracji położenia traserów,
- rejestrację położenia traserów w dowolnych interwałach czasu.

Analizując metody badania prądów za pomocą zdjęć lotniczych i naziemnych, można stwierdzić że:

1) metody te nadają się głównie do badania prądów powierzchniowych przy zastosowaniu plamy barwnika jako oznacznika wody;

2) zabarwienie nie powoduje deformacji w ruchu wody i rozpręstrzenianie się plamy można zarejestrować bardzo precyzyjnie;

3) zastosowanie różnego typu pływaków jako ciała o określonej objętości i powierzchni nie odzwierciedla bezpośrednio ruchu masy wody; wpływ wiatru na wystające nad powierzchnię wody elementy pływaka oraz wpływ falowania na pływak fałszują prądy powierzchniowe;

4) prędkość prądów podpowierzchniowych, mierzonych tymi metodami za pomocą pływaków z urządzeniami dryfowymi umieszczonymi na określonej głębokości, jest prędkością wypadkową oddziaływań: prądu na urządzenie dryfowe, prądu powierzchniowego i wiatru na tarczę sygnałową pływaka;

5) źródłem błędów omawianych metod są błędy powstające w czasie wykonywania i opracowywania materiału fotograficznego.

Celem pracy było:

- porównanie metod znaczenia wody (za pomocą barwnika i pływa-

- ków) przy rozpoznaniu prądów powierzchniowych na Jeziorze Żarnowieckim,
- wstępne rozpoznanie kierunku i prędkości prądów na różnych głębokościach metodą zdjęć naziemnych stereofotogrametrycznych nocnych w północnej części Jeziora Raduńskiego Górnego.

## METODY BADAWCZE

### A. Pomiar prądów powierzchniowych za pomocą zdjęć lotniczych

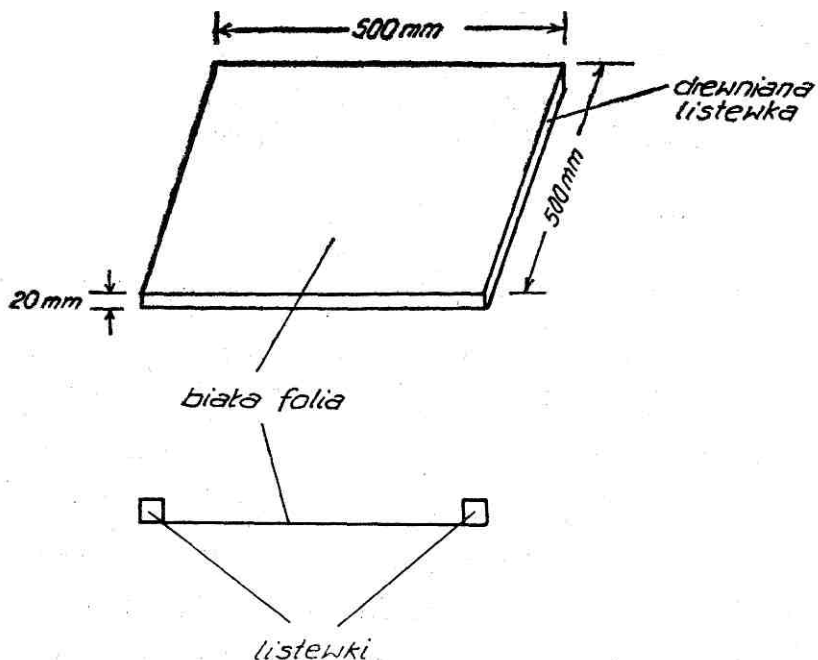
Metoda badania prądów powierzchniowych zakłada śledzenie przemieszczania się traserów za pomocą zdjęć lotniczych wykonywanych w określonych odstępach czasu (Furmańczyk, 1972, 1975; LinsenbARTH, 1974; Niewińska, 1977; Primienienije..., 1964). Celem zadania jest rejestracja wektora drogi ( $dL$ ), którą przebył traser w czasie ( $dt$ ) i określenie miejsca położenia tego wektora względem punktów stałych. Znając skalę zdjęcia, możemy obliczyć drogę  $dL$ , jaką przebył traser w czasie  $dt$ , oraz jego prędkość ( $v = \frac{dL}{dt}$ ), a orientując zdjęcia względem północy otrzymujemy azymut kierunku ruchu. Do określenia drogi, jaką przebył traser w pewnym odstępie czasu, oraz do oznaczenia kierunku jego ruchu, konieczne jest:

- a) zaznaczenie miejsca wypuszczenia barwnika i pływaków, względem którego odbywa się ruch,
- b) określenie skali zdjęcia,
- c) wyznaczenie azymutu kierunku ruchu traserów na zdjęciach.

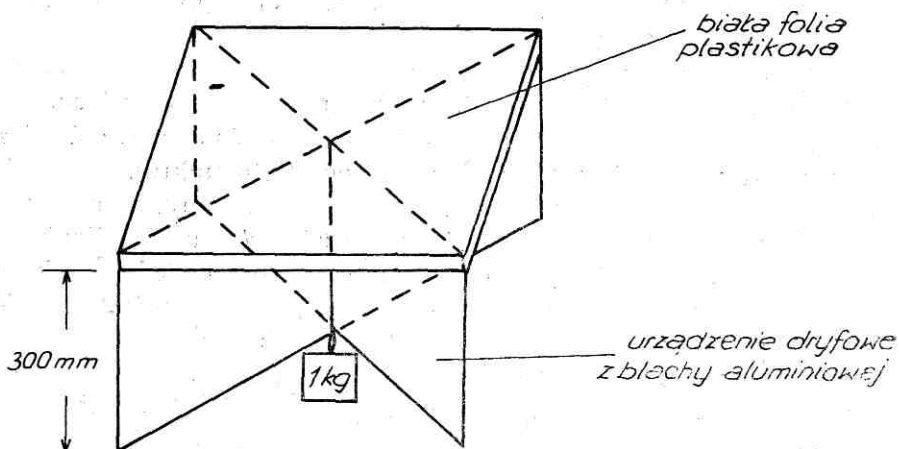
Miejsce wypuszczania barwnika zostało określone przez dowiązanie do zakotwiczonej boi znaku rozpoznawczego (fotopunktu). Skalę zdjęcia wyznaczono z długości jednostki pływającej znajdującej się w danym punkcie lub ze znanych odcinków na lądzie. W celu określenia kierunku, oprócz sygnału (fotopunktu) umieszczonego na wodzie, zakotwiczono w odległości około 30 m od niego bojkę z dowiązanym znakiem rozpoznawczym i określono jego azymut. Odcinek ten odfotografowany na zdjęciu pozwolił zorientować zdjęcia względem stron świata.

Pomiary prądów powierzchniowych metodą zdjęć lotniczych zostały przeprowadzone dnia 19 09 1975 roku na Jeziorze Żarnowieckim. Założono na nim pięć zakotwiczonych punktów, z których o godzinie 11<sup>00</sup> wypuszczono plamę barwnika, o godzinie 11<sup>30</sup> wypuszczono po pięć pływaków powierzchniowych (rys. 1), a o godzinie 11<sup>35</sup> po jednym pływaku z urządzeniem dryfowym sięgającym do głębokości 30 cm od powierzchni wody (rys. 2).

Zdjęcia wykonano z samolotu AN-2 za pomocą kamery AFA BAAF 21 z obiektywem o ogniskowej 21 cm, z filtrem ŻS-18 i formacie zdjęć 13 cm × 18 cm na materiale negatywowym Fotopan 10 o czułości 27 DIN.



Rys. 1. Pływak powierzchniowy  
Fig. 1. Surface float



Rys. 2. Pływak powierzchniowy z urządzeniem dryfowym  
Fig. 2. Surface float with drift facilities

Wysokość lotu wynosiła 400 m—800 m, co daje skalę zdjęcia około 1 : 2000—1 : 4000.

O godzinie 12<sup>00</sup> została wykonana pierwsza seria zdjęć lotniczych, rejestrujących położenie plam barwnika i pływaków względem punktów stałych. O godzinie 12<sup>05</sup> wykonano drugą, a o godzinie 12<sup>20</sup> trzecią serię

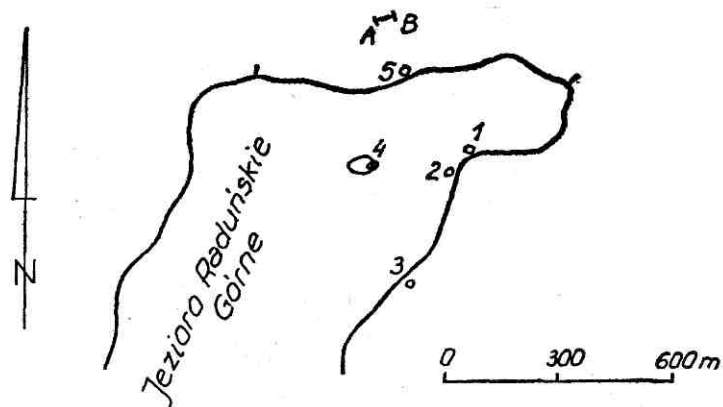
zdjęć. Dodatkowo wykonano zdjęcia mające na celu dowiązanie punktów stałych do brzegu w celu określenia ich pozycji na jeziorze.

W rezultacie badań prądów Jeziora Żarnowieckiego metodą zdjęć lotniczych otrzymano trzy serie zdjęć odpowiadających kolejnym fotografowaniom każdego z pięciu punktów. Z pomiaru na zdjęciu długości jednostki pływającej lub odcinków na lądzie obliczono skalę dla każdego szeregu zdjęć i sporządzono dla nich rysunki rozmieszczenia traserów względem punktów stałych. Po ujednoczeniu skali tych rysunków, sytuację z poszczególnych serii pomiarów przeniesiono na jeden rysunek. Otrzymano w ten sposób trzy odcinki drogi, jakie przebyła plama lub pływaki w trzech przedziałach czasu, którym one odpowiadały. Azymut wyznaczono obliczając kąt między północą a kierunkiem plamy lub pływaków.

B. Wstępne rozpoznanie kierunku i prędkości prądów na różnych głębokościach metodą zdjęć naziemnych stereofotogrametrycznych nocnych

Ze zdjęć naziemnych można rejestrować położenie pływaków w dzień lub w nocy, otrzymując rzeczywisty tor trasera i jego prędkości. Metoda polega na wypuszczeniu pływaków z wybranych miejsc na wodzie oraz na okresowym wykonywaniu ich zdjęć stereofotogrametrycznych naziemnych. Wykonuje się zdjęcia jednocześnie dwiema zsynchronizowanymi kamerami fotogrametrycznymi, z dwóch punktów na brzegu (tzw. bazy). Częstotliwość wykonywania zdjęć jest dowolna, z tym że w przypadku zdjęć dziennych nie może być mniejsza niż czas potrzebny na zmianę kasety i orientację kamery po wykonaniu każdego zdjęcia (około 2—3 min). W nocy stosujemy pływaki świetlne, których drogę można sfotografować na jednej parze zdjęć. Po otwarciu migawki obiektywu można ją zostawić na dowolnie długi czas, a droga przemieszczania się pływaków przyjmie na zdjęciu postać linii świetlnej. W celu zwiększenia dokładności opracowania jednocześnie zamyka się i otwiera migawki obu kamer w dowolnych odstępach czasu. Efektem będzie linia świetlna przerywana. Znając kolejne położenia pływaków oraz odpowiadające ich zmianom interwały czasu, można wyznaczyć prędkości i kierunki ich przemieszczania się. Dokładność określania położenia pływaków w dużej mierze zależy od dokładności założenia osnowy minimum czterech zasygnalizowanych punktów stałych w zasięgu jednego stereogramu (fotopunktów).

Metodycznej próby rejestracji drogi pływaków świetlnych dokonano na Jeziorze Raduńskim Górnym w nocy z 13 na 14 08 1976 roku. Wokół wybranego obszaru badań, w północnej części jeziora (rys. 3), założono pięć punktów stałych na lądzie (fotopunktów), które w czasie wykonywania zdjęć nocnych były zasygnalizowane żaróweczkami z bateriami,

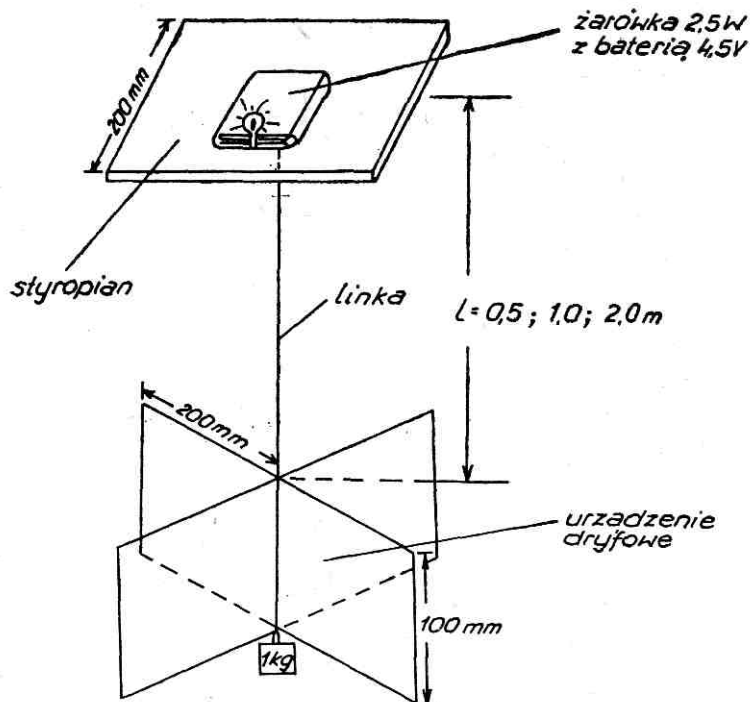


Rys. 3. Rozmieszczenie fotopunktów podczas badań na Jeziorze Raduńskim w nocy 13/14 08 1976 roku:

AB — baza do pomiarów metodą fotogrametryczną, 1—5 — fotopunkty

Fig. 3. Distribution of photographic points during observation on the Raduńskie Lake in the night 13/14. 08, 1976:

AB — base for measurements by means of the photogrammetric method, 1—5 — photographic points



Rys. 4. Pływak z urządzeniem dryfowym z sygnalizacją świetlną

Fig. 4. Surface float with drift facilities with light signals

a jako tło służyły płyty styropianowe. Na wysoczyźnie około 30 m nad zwierciadłem wody zlokalizowano bazę o długości około 50 m, z której wykonano zdjęcia kamerami fotogrametrycznymi Zeiss UMK 10/1318, z obiektywem o ogniskowej 10 cm i formacie zdjęć 13 cm×18 cm, na panchromatycznych płytach światłoczułych ORWO ZP 1 o czułości około 15 DIN. Osie kamer spoziomowano i skierowano prostopadle do bazy (przypadek zdjęć normalnych). Naświetlanie odbywało się przez jednoczesne otwarcie migawek obu kamer na okres trzykrotnie po 10 minut z przerwami 5-minutowymi. 13 08 1976 roku o godzinie 22<sup>39</sup> rozpoczęto fotografowanie pierwszej serii 16 pływaków świetlnych z urządzeniem dryfowym umieszczonym na głębokości 0,5 m (rys. 4). Od godziny 23<sup>47</sup> do 0<sup>27</sup> rejestrowano kamerami ruch pływaków z urządzeniem dryfowym na głębokości 1,0 m. Trzecią serię zdjęć wykonano w czasie 0<sup>50</sup>—1<sup>30</sup> dla głębokości urządzenia dryfowego 2,0 m. Każdorazowo pływaki wypuszczane były w takich miejscach, aby pokryć siecią punktów możliwie cały wybrany akwen. Opracowanie stereogramów polega na określeniu przestrzennego położenia poszczególnych punktów dróg pływaków względem punktów stałych, na podstawie pomiaru usytuowania ich na zdjęciu metodą analityczną lub autogrametryczną.

Stereogramy zostały opracowane na autografie typu Topokart w Okręgowym Przedsiębiorstwie Geodezyjno-Kartograficznym w Gdańsku. Wynikiem tego opracowania są plany sytuacyjne rozmieszczenia dróg pływaków w skali 1 : 500.

## WYNIKI I ICH ANALIZA

Wyniki interpretacji prądów wodnych metodą zdjęć lotniczych przedstawiono na rys. 5. Położenie plam barwnika oraz pływaków względem punktów stałych naniesionych na podstawie poszczególnych serii zdjęć obrazuje rys. 5a. Wektorowe ujęcie prędkości i kierunków przemieszczania się traserów w poszczególnych przedziałach czasowych zawiera rys. 5b. Prędkość, kierunek wiatru oraz azymut i długość falowania w bezpośrednim otoczeniu punktów stałych podano na rys. 5c.

Na planie całego Jeziora Żarnowieckiego (rys. 6) naniesiono uśrednione prędkości i kierunki prądów oraz parametry falowania i wiatru. Poza tym, ze względu na dużą różnorodność poszczególnych parametrów mierzonych w różnym czasie, wyniki podano również w postaci cyfrowej w pięciu punktach (tab. 1) ze skalą czasową oddzielnie dla każdego punktu, z zaznaczonymi pomiarami chwilowymi oraz średnimi dla poszczególnych przedziałów czasu.

Wyniki pomiarów prądów metodą zdjęć stereofotogrametrycznych nocnych przedstawiono w tab. 2 z podanymi prędkościami przemieszczania się pływaków świetlnych w poszczególnych przedziałach czasowych.

Tabela 2  
Table 2

Prędkości przemieszczania się pływaków świetlnych w poszczególnych przedziałach czasu na Jeziorze Raduńskim Górnym w nocy 13/14 08 1976  
Speed of shift of luminous floats in certain periods on the Raduńskie Górne Lake in the night of 13/14 08 1976

**Pływaki z urządzeniem dryfowym na głębokości 0,5 m**  
(Speed of floats with drift facilities at a depth of 0,5 m)

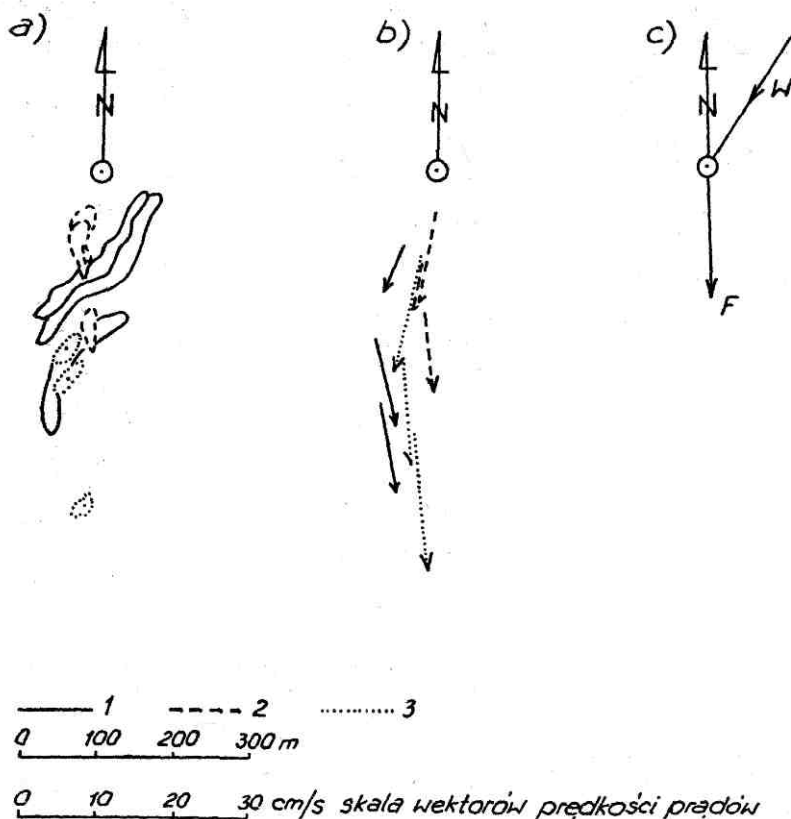
Pływak	Punkt	Godziny						Odległość [cm]
		2230	2240	2254	2304	2310	2310	
1.1.1	101	v=2,3 cm/s v=2,3 cm/s						d=14,0 d=14,0
a	102	v=2,8						d=8,6
1.1.2	103	v=2,6 v=2,8						d=16,0 d=16,9
b	104	v=2,8						d=8,6
1.1.3	105	v=3,1 v=3,4						d=19,0 d=20,2
1.2.1	106	v=2,3 v=2,2						d=14,0 d=13,3
a	108	v=5,4						d=16,6
1.2.2	109	v=2,8 v=2,8						d=17,0 d=17,0
b	110	v=2,9						d=8,8
1.2.3	111	v=3,7 v=3,5						d=22,5 d=21,3
1.3.1	112	v=3,8 v=3,5						d=23,0 d=21,3
a	114	v=6,5						d=19,6
1.3.2	115	v=1,8 v=1,9						d=27,0 d=28,1
1.3.3	116	v=2,5 v=2,5						d=38,0 d=38,0
b	117	v=2,0						d=12,0
1.4.1	118	v=3,3						d=10,8
1.4.2	118	v=2,6 v=2,6						d=15,5 d=15,5
1.5.1	119	v=2,8						d=8,6
a	120	v=3,3						d=10,8
1.5.2	125	v=2,8 v=3,4						d=19,9 d=20,4
b	126	v=2,8						d=8,6
1.5.3	127	v=3,3 v=3,4						d=19,9 d=20,4
1.6.1	128	v=2,7 v=2,7						d=16,0 d=16,0
a	131	v=3,2						d=9,8
1.6.2	132	v=2,5 v=2,7						d=16,0 d=16,4
b	133	v=2,1						d=6,3
1.6.3	134	v=1,4 v=1,4						d=8,0 d=8,0
1.7.2	129	v=2,8 v=2,7						d=17,0 d=16,2
a	130	v=3,2						d=9,8
1.7.2	140	v=3,0 v=3,2						d=18,0 d=19,2
b	139	v=2,3						d=6,9
1.7.3	137	v=1,5 v=1,6						d=9,0 d=9,6
1.8.1	141	v=2,6 v=2,6						d=15,0 d=15,0
a	142	v=1,2						d=3,6
1.8.2	143	v=1,2						d=7,0
1.9.1	177	v=3,4 v=3,6						d=20,5 d=21,6
a	178	v=1,9						d=5,6
1.9.2	179	v=2,8 v=2,9						d=16,5 d=17,5
b	180	v=3,8						d=11,4
1.9.3	181	v=5,4 v=5,6						d=32,5 d=34,0
1.10.1	182	v=2,3 v=2,4						d=14,0 d=14,7
a	172	v=3,0						d=9,1
1.10.2	173	v=3,4 v=3,1						d=20,5 d=18,7
b	174	v=2,9						d=8,6
1.10.3	175	v=5,7 v=5,9						d=34,0 d=35,6
1.11.1	177	v=2,5 v=2,5						d=15,0 d=15,2
a	178	v=3,1						d=9,3
1.11.2	179	v=3,0 v=3,1						d=18,0 d=18,7
b	168	v=2,3						d=6,6
1.11.3	169	v=3,8 v=3,9						d=23,3 d=23,7
1.12.1	158	v=2,5 v=2,0						d=15,0 d=12,0
a	160	v=4,0						d=12,2
1.12.2	161	v=2,3 v=2,4						d=14,0 d=14,1
b	161	v=2,7						d=8,1
1.12.3	162	v=3,0 v=3,0						d=17,5 d=18,1

Pływaki z urządzeniem dryfowym na głębokości 1,0 m

Pływak	Punkt	Godziny						Odległość [cm]
		2347	2357	002	013	017	028	
2.1.1	212	v=0,9 cm/s v=0,5 cm/s						d=5,3 d=3,0
a	211	v=0,6						d=1,9
2.1.2	210	v=1,5 v=1,6						d=9,0 d=9,5
b	209	v=1,1						d=3,3
2.1.3	202	v=1,3 v=1,3						d=8,0 d=8,0
2.2.1	208	v=1,1 v=1,0						d=6,6 d=6,3
a	207	v=1,2						d=3,6
2.2.2	205	v=1,0 v=1,1						d=6,3 d=6,9
b	206	v=0,5						d=1,6
2.2.3	207	v=1,0 v=1,1						d=6,0 d=6,5
2.3.1	213	v=0,4 v=0,4						d=2,6 d=2,6
a	214	v=0,5						d=1,5
2.3.2	215	v=0,8 v=0,8						d=5,0 d=5,1
b	216	v=1,6						d=4,8
2.3.3	217	v=0,5 v=0,4						d=2,9 d=2,3
2.4.1	219	v=0,7 v=0,75						d=4,0 d=4,5
a	220	v=0,9						d=2,8
2.4.2	222	v=0,7 v=0,6						d=4,0 d=3,8
b	221	v=0,7						d=2,1
2.4.3	223	v=0,5						d=3,0
2.5.1	225	v=0,9 v=0,6						d=5,6 d=3,4
a	226	v=1,3						d=4,0
2.5.2	227	v=1,9 v=2,0						d=11,6 d=12,3
b	228	v=1,5						d=4,5
2.5.3	229	v=2,2						d=13,4
2.6.1	293	v=1,0 v=0,7						d=5,4 d=4,3
a	292	v=0,6						d=1,9
2.6.2	291	v=1,7 v=1,8						d=10,0 d=10,8
b	231	v=2,5						d=7,5
2.6.3	236	v=2,5 v=3,2						d=15,2 d=19,2
2.7.1	233	v=0,8 v=0,5						d=3,8 d=3,0
a	232	v=0,7						d=2,1
2.7.2	234	v=1,2 v=1,2						d=7,0 d=7,4
b	235	v=2,5						d=7,4
2.7.3	238	v=2,4 v=2,4						d=14,5 d=14,6
2.8.1	240	v=2,0 v=2,0						d=12,0 d=12,0
a	241	v=1,5						d=4,5
2.8.2	242	v=2,0 v=2,1						d=12,0 d=12,9
2.8.3	254	v=0,6 v=0,6						d=3,5 d=3,8
2.9.1	255	v=1,4						d=17,1
2.9.2	262	v=2,2 v=2,2						d=13,2 d=13,1
2.10.1	256	v=2,0 v=2,1						d=12,0 d=12,8
a	257	v=1,3						d=3,9
2.10.2	258	v=0,8 v=0,8						d=4,7 d=5,0
b	259	v=1,1						d=3,4
2.10.3	260	v=2,2 v=2,3						d=13,0 d=13,8
2.11.1	274	v=1,7 v=1,7						d=10,0 d=10,4
a	275	v=1,8						d=5,6
2.11.2	276	v=1,7 v=1,7						d=10,0 d=10,2
b	277	v=1,7						d=5,3
2.11.3	278	v=1,8 v=1,8						d=11,0 d=11,2
2.12.1	284	v=1,9 v=2,0						d=11,5 d=12,0
a	285	v=2,5						d=7,7
2.12.2	286	v=1,1 v=1,1						d=6,9 d=6,6
b	287	v=1,1						d=3,5
2.12.3	288	v=0,7						d=4,4
2.13.1	264	v=1,7 v=1,8						d=7,6 d=8,2
a	265	v=2,0						d=6,0
2.13.2	266	v=1,5 v=1,6						d=8,9 d=9,4
b	267	v=1,2						d=3,7
2.13.3	268	v=2,0 v=2,1						d=11,9 d=12,3

Pływaki z urządzeniem dryfowym na głębokości 2,0 m

Pływak	Punkt	Godziny						Odległość [cm]
		000	100	105	115	120	130	
3.1.1	305	v=1,0 cm/s v=1,1 cm/s						d=6,0 d=6,8
a	306	v=0,9						d=2,7
3.1.2	303	v=0,5 v=0,5						d=3,0 d=3,0
b	304	v=0,9						d=2,8
3.1.3	301	v=0,7 v=0,8						d=4,2 d=4,9
3.2.1	307	v=0,6 v=0,6						d=3,4 d=3,4
a	308	v=1,0						d=3,4
3.2.2	309	v=0,6 v=0,5						d=3,4 d=3,2
b	310	v=7,5						d=22,6
3.2.3	311	v=1,2 v=1,2						d=7,0 d=7,0
3.3.1	312	v=1,2 v=1,2						d=7,2 d=7,2
a	313	v=2,2						d=6,7
3.3.2	315	v=0,3 v=0,2						d=2,0 d=0,9
b	316	v=2,7						d=8,1
3.3.3	317	v=0,6 v=0,5						d=3,9 d=2,9
3.4.1	318	v=0,6 v=0,6						d=3,5 d=3,5
a	319	v=1,6						d=5,1
3.4.2	321	v=1,3 v=1,3						d=4,1 d=4,0
b	322	v=0,8						d=4,7
3.4.3	323	v=1,3 v=1,6						d=8,1 d=8,8
3.5.1	325	v=0,8 v=0,8						d=4,6 d=4,7
a	326	v=1,3						d=3,9
3.5.2	327	v=1,1 v=1,1						d=6,6 d=6,8
b	328	v=0,8						d=2,4
3.5.3	329	v=1,4 v=1,4						d=8,7 d=8,7
3.6.1	331	v=0,7 v=0,8						d=4,5 d=5,0
a	332	v=2,6						d=7,7
3.6.2	333	v=0,5 v=0,4						d=3,3 d=2,6
b	334	v=0,5						d=1,4
3.6.3	335	v=0,8 v=0,8						d=4,8 d=4,8
3.7.1	337	v=0,9 v=0,9						d=5,2 d=5,4
a	338	v=3,0						d=9,1
3.7.2	339	v=0,9 v=0,9						d=5,7 d=5,6
b	340	v=1,6						d=4,9
3.7.3	341	v=1,7						d=9,9
3.8.1	342	v=1,3 v=1,3						d=7,7 d=7,7
a	347	v=1,1						d=3,3
3.8.2	346	v=0,7 v=0,7						d=4,0 d=4,3
b	345	v=1,3						d=3,9
3.8.3	344	v=0,9 v=0,7						d=5,6 d=4,1
3.9.1	354	v=1,4 v=1,4						d=8,1 d=8,2
a	353	v=1,3						d=3,9
3.9.2	352	v=0,9 v=0,8						d=5,2 d=4,8
b	351	v=2,3						d=7,1
3.9.3	350	v=0,7 v=0,7						d=4,3
3.10.1	360	v=1,5 v=1,5						d=8,9 d=8,9
a	359	v=1,5						d=4,7
3.10.2	358	v=1,2 v=1,2						d=7,5 d=7,4
b	357	v=1,5						d=4,4
3.10.3	356	v=1,1 v=1,5						d=6,7 d=6,8
3.11.1	366	v=1,0 v=1,0						d=6,0 d=6,1
a	365	v=0,7						d=2,1
3.11.2	364	v=1,3 v=1,3						d=8,0 d=8,0
b	363	v=1,5						d=4,5
3.11.3	362	v=0,3 v=0,4						d=2,0 d=2,4
3.12.1	361	v=1,8 v=3,1						d=11,0 d=18,7
a	368	v=3,5						d=10,5
3.12.2	369	v=1,5 v=1,5						d=9,2 d=9,2
b	370	v=0,8						d=2,3
3.12.3	371	v=0,4 v=0,4						d=2,2 d=2,3
3.13.1	373	v=1,5 v=1,5						d=9,0 d=9,3
a	374	v=1,0						d=3,2
3.13.2	375	v=1,3 v=1,3						d=8,1 d=8,1
b	376	v=0,5						d=1,4
3.13.3	377	v=0,3 v=0,3						d=2,0 d=1,6
3.14.1	379	v=0,8 v=0,8						d=5,0 d=4,9
a	380	v=1,3						d=3,9
3.14.2	381	v=0,8 v=0,8						d=4,5 d=4,7
b	382	v=1,2						d=3,6
3.14.3	383	v=0,8 v=0,8						d=4,5 d=4,5
3.15.1	385	v=0,5 v=0,6						d=3,2 d=3,5
a	386	v=2,5						d=7,6
3.15.2	387	v=1,2 v=1,3						d=7,4 d=7,6
b	388	v=1,2						d=3,5
3.15.3	389	v=0,9 v=1,0						d=5,6 d=5,9



Rys. 5. Przemieszczanie się traserów względem punktu nr 4 na Jeziorze Żarnowieckim w dniu 19 09 1975 roku:  
 położenia i wektory prędkości: 1 — plamy barwnika, 2 — pływaka z urządzeniem dryfowym, 3 — pływaków powierzchniowych; kierunki: N-północy, W-wiatru, F-falowania

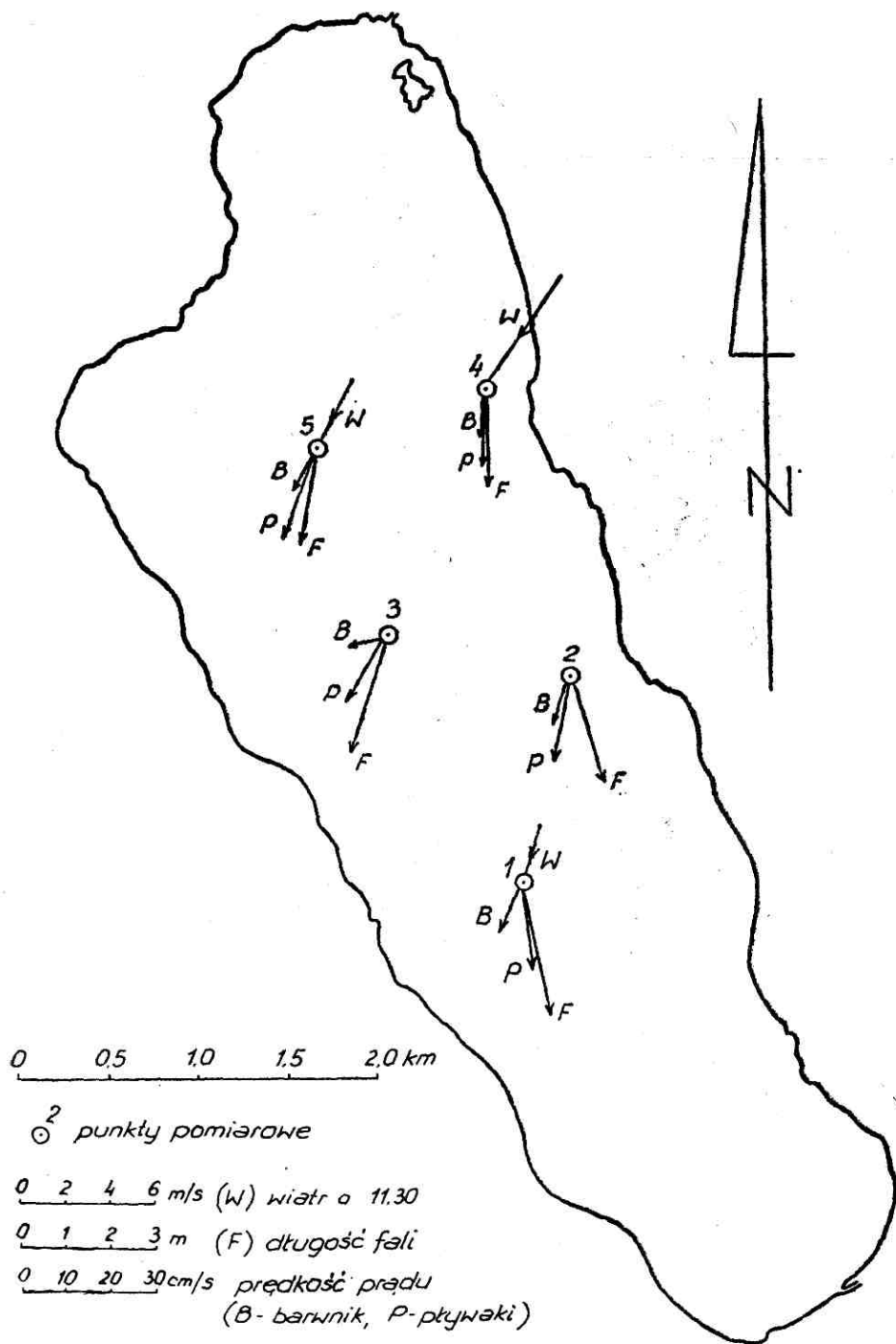
Fig. 5. Shift of drifters in relation to point No 4 on the Żarnowieckie Lake in 19 09 1975:

Positions and velocity of: 1 — patch of dye, 2 — a float with drift facilities, 3 — surface floats; N-North, W-set of the wind, F-course of wavy motion

Na planie badanego akwenu naniesiono prędkości i kierunki przemieszczania się pływaków z urządzeniem dryfowym na wszystkich badanych głębokościach (rys. 7).

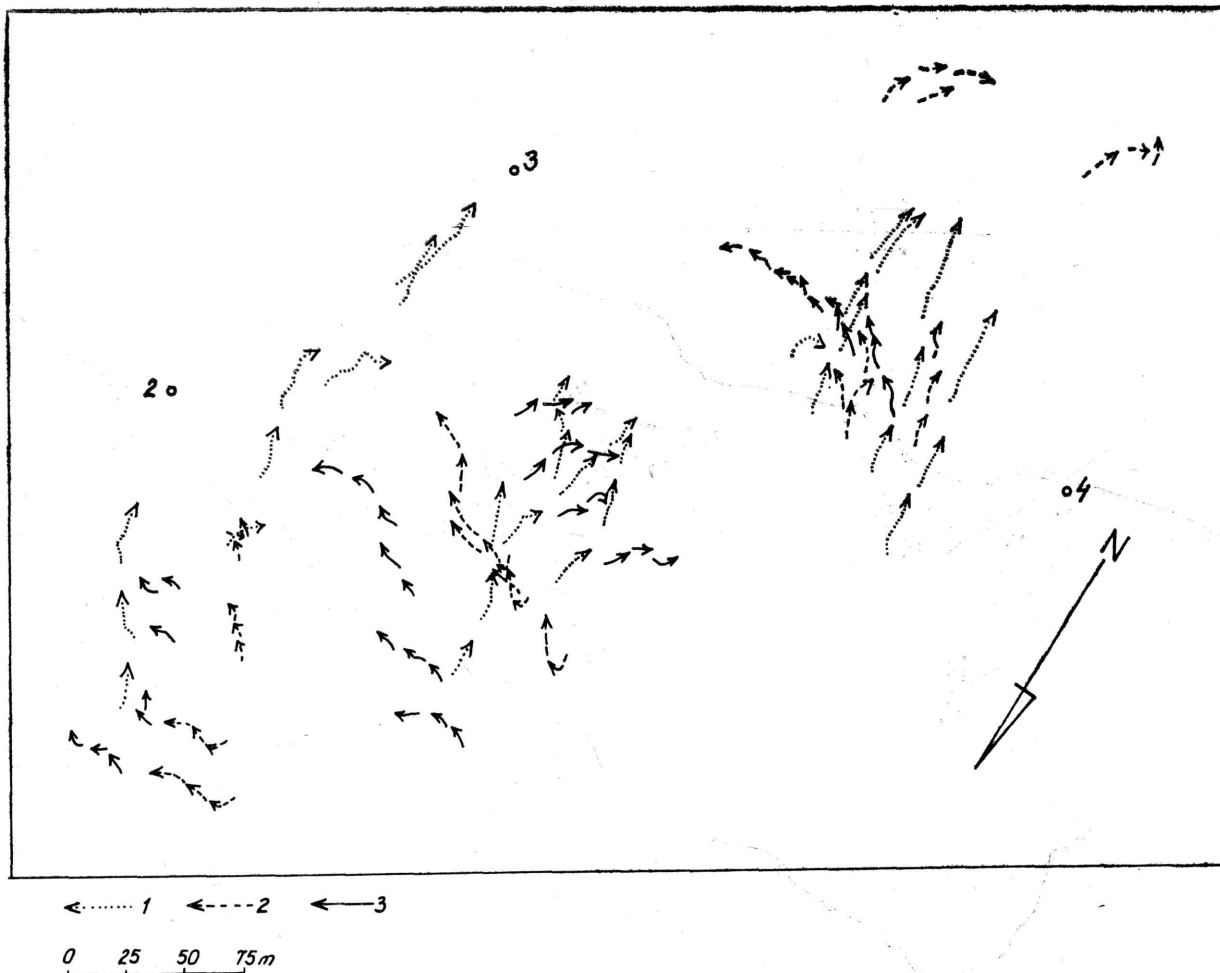
Na podstawie jednokrotnego zarejestrowania kierunków i prędkości prądów tylko w pięciu punktach na Jeziorze Żarnowieckim i wybranym obszarze Jeziora Raduńskiego Górnego niemożliwe jest wyciągnięcie wiążących wniosków o rozkładzie prądów na całych jeziorach dla różnych kierunków wiatrów. Jednak, analizując wyniki opisanych badań prądów, można stwierdzić:





Rys. 6. Średnie wartości prądów na Jeziorze Żarnowieckim w dniu 19 09 1975 roku

Fig. 6. Average value of currents on Żarnowieckie Lake in 19 09 1975



Rys. 7. Plan rozmieszczenia dróg pływaków świetlnych na Jeziorze Raduńskim Górnym w nocy 13/14 08 1976 roku. Drogi przemieszczania się pływaków z urządzeniem dryfowym na głębokości:

1 — 0,5 m, 2 — 1,0 m, 3 — 2,0 m

Fig. 7. Ways of luminous floats on the Raduńskie Górne Lake in the night of 13/14 08, 1976. Ways of floats with drift facilities on the depth of:

1 — 0,5 m, 2 — 1,0 m, 3 — 2,0 m

#### A. Odnośnie do badań na Jeziorze Żarnowieckim:

1. Generalnie w badanym przypadku kierunek prądów powierzchniowych jest zgodny z kierunkiem wiatru, za wyjątkiem sytuacji na punkcie nr 4, gdzie obserwuje się wyraźne odchylenie kierunku prądu w lewo o około  $40^\circ$  (por. rys. 6, tab. 1, punkt 4).

2. Z wypuszczonych trzech typów traserów najszybciej przemieszczały się pływaki powierzchniowe, których prędkość była blisko dwukrotnie większa od prędkości plamy barwnika.

3. Szybkość przemieszczania się pływaków z urządzeniem dryfowym była na ogół równa prędkości plamy barwnika w granicach dokładności pomiaru.

4. Ze względu na różny przedział czasowy wypuszczania i fotografowania traserów wyniki mogą być porównywalne ze sobą tylko w tabeli zawierającej skalę czasu z zaznaczonymi pomiarami chwilowymi oraz średnimi dla poszczególnych przedziałów (tab. 1).

5. Niedokładność w montażu i dowiązaniu zdjęć spowodowały błędy określenia prędkości przemieszczania się traserów, które dla poszczególnych serii zdjęć nie przekraczają odpowiednio wartości: 10%, 30%, 25% (błędy obliczono metodą różniczki zupełnej).

#### B. Odnośnie do badań na Jeziorze Raduńskim Górnym:

1. Jak wspomniałam na wstępie, zastosowanie trasera w postaci pływaka świetlnego z urządzeniem dryfowym na różnych głębokościach (rys. 4) daje w wyniku prędkość wypadkową oddziaływań prądu powierzchniowego i wiatru na tarczę pływaka z urządzeniem świetlnym oraz prądu na urządzenie dryfowe.

2. Ze względu na specyfikę morfologii dna badanego akwenu, jak również biorąc pod uwagę fakt, że jest to jezioro przepływowe, brak jest analogii kierunków i prędkości w różnych punktach akwenu (rys. 7). Można jedynie stwierdzić, że spośród trzech badanych głębokości: 0,5 m, 1,0 m, 2,0 m na Jeziorze Raduńskim Górnym największe prądy zarejestrowano na głębokości 0,5 m, a najmniejsze na 2,0 m.

3. Metoda fotogrametryczna była tu jedyną metodą, za pomocą której możliwe było dokonanie jednoczesnego rozpoznania prądów na tak dużym obszarze na różnych głębokościach.

★

★

★

Tabela 1  
Table 1

Wyniki interpretacji pomiaru prądów na tle pomiarów wiatru i falowania  
na Jeziorze Żarnowieckim w dniu 19 09 1975 roku

Results of measurement of the currents compared with measurement of wind and  
wavy motions on the Żarnowieckie Lake in 19 09 1975

Punkt 1

t	PRĘDKOŚCI (Speed)				AZYMUTY (Azimuth)					$\lambda_F$ [m]	
	W [m/s]	B <sub>1</sub> [cm/s]	B <sub>2</sub> [cm/s]	P [cm/s]	W	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	P	F		
11 <sup>00</sup>	2,0				194°						
11 <sup>10</sup>											
11 <sup>20</sup>	2,0				195°						
11 <sup>30</sup>	2,5	8,9			195°	219°					
11 <sup>40</sup>	4,5		9,8	17,8	200°		210°	198°			
11 <sup>50</sup>									169°	2,9	
12 <sup>00</sup>	5,0	10,5	10,5	18,2	203°	239°	209°	182°			
12 <sup>10</sup>		14,1	11,1	21,1		172°	182°	135°	169°	2,9	
	4,0				200°				169°	2,9	
12 <sup>20</sup>											

t — czas  
W — wiatr  
F — falowanie

B<sub>1</sub> — plama barwnika  
B<sub>2</sub> — pływak z urz. dryf. na 0,3 m  
P — pływak powierzchniowy

## Punkt 2

t	PRĘDKOŚCI (Speed)				AZYMUTY (Azimuth)					$\lambda_F$ [m]
	W [m/s]	B <sub>1</sub> [cm/s]	B <sub>2</sub> [cm/s]	P [cm/s]	W	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	P	F	
11 <sup>00</sup>										
11 <sup>10</sup>										
11 <sup>20</sup>										
11 <sup>30</sup>		12,5				208°				
11 <sup>40</sup>								191°		
11 <sup>50</sup>			13,9	20,5			199°			
12 <sup>00</sup>									164°	2,2
12 <sup>10</sup>		9,2	10,0	18,1		217°	209°	192°	164°	2,6
12 <sup>20</sup>									164°	2,8

Punkt 3

t	PRĘDKOŚCI (Speed)				AZYMUTY (Azimuth)					$\lambda_F$ [m]
	W [m/s]	B <sub>1</sub> [cm/s]	B <sub>2</sub> [cm/s]	P [cm/s]	W	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	P	F	
11 <sup>00</sup>	3,5									
11 <sup>10</sup>	3,0									
11 <sup>20</sup>										
11 <sup>30</sup>	4,5	8,9				242°				
11 <sup>40</sup>	4,5		8,0	17,3			243°	219°		
11 <sup>50</sup>										
12 <sup>00</sup>	4,5	8,7	6,5	16,3		274°	260°	181°	197°	2,6
12 <sup>10</sup>									197°	2,6
12 <sup>20</sup>	5,0	9,7	9,6	18,5		282°	254°	232°		
12 <sup>30</sup>	4,0								197°	3,2

Punkt 4

t	PRĘDKOŚCI (Speed)					AZYMUTY (Azimuth)					$\lambda_F$ [m]	
	W [m/s]			$B_1$ [cm/s]	$B_2$ [cm/s]	P [cm/s]	W	$B_1$	$B_2$	P		F
	0,5	2,0	4,0									
11 <sup>00</sup>							219°					
11 <sup>10</sup>	3,8	4,4	4,0									
11 <sup>20</sup>	5,2	5,8	5,5	7,4			219°					
11 <sup>30</sup>							218°					
11 <sup>40</sup>	5,9	6,2	6,2									
11 <sup>50</sup>	6,4	7,4	7,1		12,1	17,0	216°		190°	193°		
12 <sup>00</sup>				13,4	6,1	14,9	216°	170°	193°	177°	179°	2,1
12 <sup>10</sup>	7,2	7,8	7,9								179°	2,1
12 <sup>20</sup>	4,2	5,3	5,5	14,3	11,3	19,5	213°	175°	176°	175°		
12 <sup>30</sup>							213°				179°	2,2

Punkt 5

t	PRĘDKOŚCI (Speed)				AZYMUTY (Azimuth)					$\lambda_F$ [m]
	W [m/s]	B <sub>1</sub> [cm/s]	B <sub>2</sub> [cm/s]	P [cm/s]	W	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	P	F	
11 <sup>00</sup>	4,0				213°					
11 <sup>10</sup>										
11 <sup>20</sup>	4,0				211°					
11 <sup>30</sup>	3,5	5,5			206°	216°				
11 <sup>40</sup>										
11 <sup>50</sup>			7,5	15,7			201°	200°		
12 <sup>00</sup>		11,4	8,5	21,7		217°	197°	207°	191°	2,1
									191°	2,1
12 <sup>10</sup>		11,6	13,6	27,4		217°	203°	198°		
12 <sup>20</sup>									191°	2,4



Praca niniejsza jest przerwana do druku pracą magisterską: „Zastosowanie metod fotogrametrycznych do badania prądów wodnych w jeziorach”, wykonaną w Instytucie Geografii Uniwersytetu Gdańskiego pod kierunkiem doc. dr. J. Cyberskiego, któremu chciałem w tym miejscu serdecznie podziękować za opiekę merytoryczną.

Bardzo serdecznie dziękuję dr. inż. K. Furmańczykowi z Zakładu Kartografii Instytutu Geografii UG za cenne wskazówki i uwagi.

Część pracy magisterskiej dotycząca badań Jeziora Żarnowieckiego wykonana była w ramach badań umownych Instytutu Geografii UG nr 89/12/75: „Analiza fotointerpretacyjna zdjęć lotniczych sfalowanej powierzchni i prądów Jeziora Żarnowieckiego”, kierowanych przez dr. inż. K. Furmańczyka.

## LITERATURA

- Furmańczyk K., 1972: *Zarys fotointerpretacji z elementami fotogrametrii*, (skrypt) Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Furmańczyk K., 1975: *Analiza fotointerpretacyjna zdjęć lotniczych sfalowanej powierzchni i prądów Jeziora Żarnowieckiego*, zlecenie nr 89/12/75 dla Instytutu Hydrotechniki PG (wykonawcy — m.in. K. Niewińska).
- Karwowski J., 1960: *W sprawie pomiarów morskich prądów powierzchniowych*, „Archiwum Hydrotechniki”, t. VII, z. 3.
- Kormyser N.S., 1961: *Opyt sinchronnoj sijemki tieczienija elektromagnitowymi izmierzitelami*, „Mieteorologia i Hidrologia”, nr 8.
- Linsenbarth A., 1974: *Fotogrametria naziemna i specjalna*, PPWK, Warszawa.
- Niewińska K., 1977: *Zastosowanie metod fotogrametrycznych do badania prądów wodnych w jeziorach*, (praca magisterska) Uniwersytet Gdański.
- Primienienije aerometodow dlja issledowanija moria*, 1964, red. W.G. Zdanowicz, Izd. AN ZSRR, Moskwa — Leningrad.

KRYSTYNA SZNAJDESKA-NIEWIŃSKA

## AERIAL AND GROUND PHOTOGRAPHS USED IN ANALYSES OF CURRENTS OF THE ŻARNOWIECKIE AND RADUŃSKIE GÓRNE LAKES

### Summary

In the studies of currents in the lakes the explorers used the photogrammetric methods which consist in observing the movements of floats by taking aerial and ground photographs in defined periods. The aim of this article is:

- the comparison of various water marking methods (by means of dye and floats) in analyzing the surface currents in the Żarnowieckie Lake,
- initial analysis of directions and speed of currents at various depths made by means of ground stereophotogrammetric night photographs in the northern part of the Raduńskie Górne Lake.

The measurement of surface currents which was carried by means of aerial photographs took place in the Żarnowieckie Lake on September 19, 1975.

The recording of movements of surface floats with light signals was made by means of ground stereophotogrammetric night photographs in the Raduńskie Górne Lake in the night of 13/14, 08, 1976.

KRYSTYNA SZNAJDESKA-NIEWIŃSKA

**PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES ET TERRESTRES DANS LES RECHERCHES SUR  
LES COURANTS DES LACS „ŻARNOWIECKIE” ET „RADUŃSKIE GÓRNE”**

**Résumé**

Dans les recherches sur les courants d'eau dans les lacs ont été appliquées les méthodes photogrammétriques. Elles consistent en l'observation du mouvement de traceurs à partir de photographies aériennes ou terrestres prises à partir de photographies aériennes ou terrestres prises à des intervalles de temps déterminées. Le but de cette étude était:

- la comparaison des méthodes de fixation de l'eau (à l'aide d'un colorant ou de flotteurs) dans l'exploration des courants superficiels sur le Lac Żarnowieckie;
- l'exploration préalable de la direction et de la vitesse des courants à différentes profondeurs et à l'aide de la méthode des photographies terrestres stéréophotogrammétriques nocturnes dans la partie nord du Lac Raduńskie Górne.

Le 19 septembre 1975 sur le Lac Żarnowieckie ont été mesurés les courants superficiels à l'aide des méthodes de photographies aériennes. Cependant les essais d'enregistrement méthodique du trajet des flotteurs lumineux ont été effectués sur le Lac Raduńskie Górne à partir de photographies terrestres stéréophotogrammétriques nocturnes.