

Kinga PACHUTA

Katedra Przyrodniczych Podstaw Inżynierii Środowiska SGGW
Department of Natural Bases of Environmental Engineering WAU

Andrzej PACHUTA

Instytut Geodezji i Astronomii Geodezyjnej
Institute of Geodesy and Geodetic Astronomy

Wykorzystanie metod geodezyjnych i automatyzacja pomiarów w badaniach zbiorowisk roślin wodnych

The geodetic methods use and automatic measurements in hydrophyte communities investigation

Wprowadzenie

Oceny intensywności zarastania cieku lub akwenu, sezonowego nasilenia wegetacji i zróżnicowania okrywy roślinnej wymagają m.in. określenia zasięgu całego zbiorowiska, położenia poziomego i pionowego poszczególnych jego elementów (roślin i ich skupisk), pokrycia powierzchni przez roślinność, a także kształtu, np. koryta rzeki. Zmienność zbiorowisk, różnorodność siedlisk, a nawet zmiany warunków pogodowych i stanów wody sprawiają, że mamy tu do czynienia z ogromną złożonością zjawisk. Pomiary są bardzo uciążliwe, a czasami niewykonalne z powodu braku bezpośredniego dostępu do niektórych miejsc. Zautomatyzowanie procesu zapisywania danych i wstępnego przetwarzania wyników możliwe jest dzięki rejestracji danych na przenośnych komputerach polowych typu PSION ORGANIZER, wypo-

sażonych w odpowiednie programy opracowane specjalnie dla zbiorowisk roślin.

Celem prezentowanej pracy jest przedstawienie propozycji rejestracyjnych programów komputerowych ułatwiających pomiary powierzchni zbiorowisk i położenia poszczególnych ich elementów, a także kształtu dna, np. koryta rzecznoego. Zakres artykułu obejmuje krótką charakterystykę wybranych, pospolitych zbiorowisk roślin wodnych i szuwarowych oraz programów komputerowych LOR, NIWTECH3 i LORNETA autorstwa A. Pachuty pomocnych do oceny ich zasięgu.

Obiekty badawcze i metody badań

Szata roślinna polskich akwenów należy do najbardziej atrakcyjnych krajobrazowo i urozmaiconych przyrodniczo w środkowej Europie. Szczególnie do-

rzecze Biebrzy jest obszarem różnorodnym gatunkowo, interesującym ekologicznie i bardzo bogatym florystycznie. W rzekach występuje tu naturalny proces zarastania, w którym uczestniczy około 160 gatunków roślin naczyniowych (Pachuta 1990, Podbielkowski i Tomaszewicz 1996). Spośród ogromnej różnorodności fitocenoz – mając na uwadze łatwość ich odnalezienia w terenie i odróżnienia nawet przez niespecjalistów, do prezentacji wybrano najczęściej spotykane w Polsce, a również i w Europie (Flora der Schweiz 1967, Haslam 1978) zbiorowiska:

- moczarki kanadyjskiej *Elodea canadensis*, tj. roślin podwodnych,
- grążela żółtego *Nuphar luteum*, tj. roślin wodnych o liściach pływających po powierzchni wody,
- jeżogłówki prostej *Sparganium simplex*, której forma zanurzona tworzy zbiorowiska w środkowych częściach koryt,
- trzciny pospolitej *Phragmites australis*, tworzącej szuwar wysoki.

Znaczenie wymienionych fitocenoz w procesie zarastania akwenów można analizować w aspekcie ekologicznym, ochrony środowiska oraz znaczenia w praktyce inżynierskiej:

- identyfikacji i rozmieszczenia poszczególnych zbiorowisk,
- nasilenia sezonowego rozwoju roślinności (tab. 1),
- oddziaływania zbiorowisk na konfigurację dna (rys. 1) oraz zmiany prędkości wody (rys. 2),
- długości okresu szczególnie intensywnej wegetacji i co się z tym wiąże wielkości i terminu piętrzenia wegetacyjnego (tab. 2).

Dla wymienionych fitocenoz i sygnalizowanej problematyki zaproponowano przedstawione poniżej metody pomiarowe i służące im rejestracyjne programy komputerowe LOR, NIWTECH3 i LOR-NETA.

Metody satelitarnych technik pomiarowych GPS, w szczególności metoda pozwalająca na wyznaczanie punktów w czasie rzeczywistym (RTK) mogą mieć duże znaczenie przy określaniu położenia i struktury zbiorowisk roślinnych. Na obszarach zadrzewionych można zaproponować zastosowanie tachimetrów elektronicznych.

W powyższych pomiarach zazwyczaj nie jest wymagana tak wysoka dokładność i do określania powierzchni zbiorowisk można z powodzeniem wykorzystać lornetkę Geovit firmy Leica. Ten ciekawy instrument pozwala na wyznaczanie zasięgu zbiorowisk roślin wodnych i bagiennych przy utrudnionym do nich dostępie. Zaletą jest brak potrzeby stosowania reflektora zwrotnego. Pomiarzy azymutów wykonywane „Geowitem” za pomocą wbudowanego dalmierza elektromagnetycznego, umożliwiają określenie odległości do punktów bezpośrednio niedostępnych. Zastosowanie specjalistycznego autorskiego oprogramowania LOR-NETA na komputer polowy PSION ORGANISER pozwala między innymi na szybkie obliczenie w terenie pól powierzchni wybranych zbiorowisk roślin.

Dla oszacowania powierzchni przekroju poprzecznego koryta i jego części zajętej przez roślinność oraz pokrycia dna przez zbiorowisko proponuje się zastosowanie niwelacji geometrycznej lub trygonometrycznej. Tradycyjne zanoto-

TABELA 1. Ocena intensywności zarastania koryt rzecznych: długość sezonu wegetacyjnego (liczba miesięcy) – SW, czas oddziaływania na ruch wody i morfologię koryt rzecznych – SO, okres szczególnego nasilenia wegetacji i czasu trwania piętrzenia wegetacyjnego – PW

TABLE 1. The intensity of river beds overgrowing: the vegetation period length (number of months) – SW, the time of plants influence on the water flow and river beds morphology – SO, the period of most intense vegetation and the time of vegetation water lifting – PW; 11-12 the number of the months

Lp. No	Fitocenoza z: Phytocenosis with:	Cechy charakterystyczne gatunku wodącego The dominating species features:	Typ i intensywność zarastania The kind and intensity of overgrowing	Okresy Periods		
				SW	SO	PW
1	<i>Elodea canadensis</i> Rys. 1.A.	Długie do 3 m, drobnoulistnionie pędy	Występuje pospolicie, w wodach eutroficznych tworzy gęste, jednogatunkowe płyty	11 – 12	9–11	6–7
2	<i>Nuphar Luteum</i> Rys. 1.B	Sztywne liście pływające po powierzchni wody i (lub) liście wiotkie, przydenne; kłącza grube, żółte; kwiaty żółte	Tworzy pas roślinności za linią szuwarów, intensywnie zarasta środkową część i głębsze partie koryt rzek wolnopłynących o wodzie eutroficznej	7–8	4–5	2
3	<i>Sparganium ramosum</i> Rys. 1.C	Bylina wys. 0,3–1,5 m o równowąskich liściach i charaktery- stycznych kwiatostan- nach	Wchodzi w skład szuwarów lub tworzy własne, niewielkie, zlokalizowane skupienia w strefie płycizn przybrzeżnych	6	3–4	3
4	<i>Phragmites australis</i> Rys. 1.D	Wysoka do 4 m trawa o gęstych, rozgałęzionych kłęczach	Tworzy rozległe łany szuwaru właściwego, wkraczając do głębokości 4 m	10	12	7
Razem średnio: Total – average:				7–12	3–12	2–10

wanie danych i opracowanie materiału jest żmudne i czasochłonne. Obecnie automatyzację zapisu pomiarów monitorujących kształt i położenie dna cieku zapewnia niwelacyjny program autorski NIWTECH3 na komputer polowy PSION ORGANISER LZ 64. Program ten jest zmienioną wersją programów do rejestracji niwelacji precyzyjnej (Bryś

i in. 1997) oraz unowocześnioną wersją NIWTECH, stosowanego w klasycznej niwelacji ciągów 3 i 4 klasy (Pachuta 1996). W porównaniu do swojego pierwowzoru omawiany program pozwala nie tylko na rejestrację i wyznaczenie różnic wysokości między reperami w ciągu niwelacyjnym, ale także na określenie wyrównanych wysokości

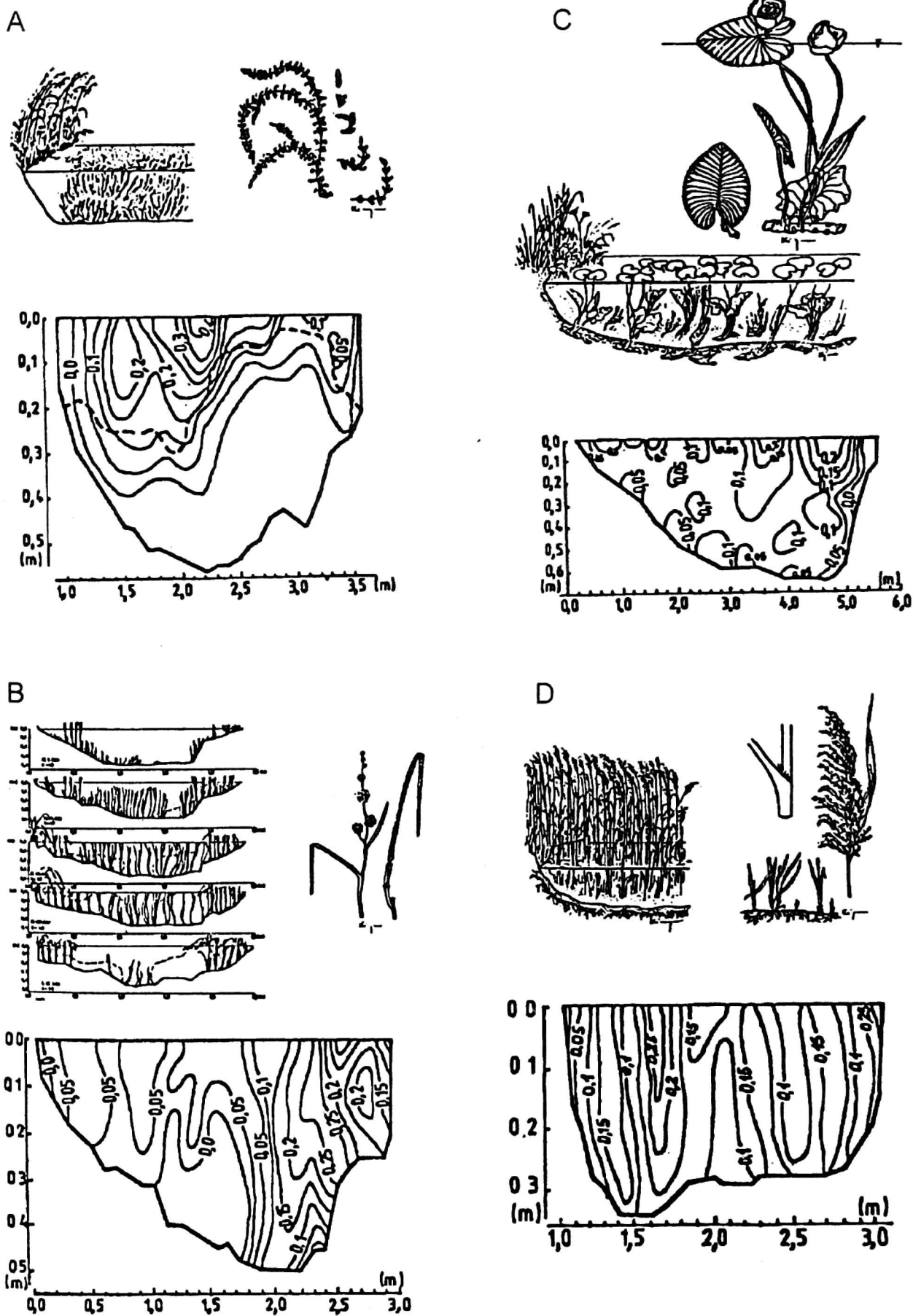
TABELA 2. Uśredniona ocena nasilenia sezonowego rozwoju fitocenoz grążela w wybranych przekrojach: 1 RS, 2 RS – rzeka Sidra, wodowskaz Poturbowszczyzna, 2RJ, 3RJ – rzeka Biebrza, wodowskaz Jastrzębna. PPP – powierzchnia przekroju poprzecznego, PD – pokrycie dna

TABLE 2. Average estimate of water surface covering – PD, and percentage of river cross-section covering –PPP in the typical, representative plot association with *Nuphar luteum*: 1RS, 2RS – Sidra river, Poturbowszczyzna stage-recorder, 2RJ, 3RJ – Biebrza river, Jastrzębna stage-recorder

Lp. No	Data Datum			% PPP	% PD
	Rok Year	Miesiąc Month	Dzień Day		
1	1976	Maj May	22	–	–
2	1977	Maj May	23	5	20
3	1978	Maj May	22	5	12
Średnio average		Maj May		5	16
4	1976	Czerwiec Juni	17	12	50
5	1977	Czerwiec Juni	15	11	30
6	1978	Czerwiec Juni	14	12	40
Średnio average		Czerwiec Juni		12	40
7	1976	Lipiec Juli	16	30	100
8	1977	Lipiec Juli	19	23	100
9	1978	Lipiec Juli	1	25	100
Średnio average		Lipiec Juli		26	100
10	1976	Sierpień August	19	30	100
11	1977	Sierpień August	12	38	100
12	1978	Sierpień August	19	30	100
Średnio average		Sierpień August		32	100
13	1976	Wrzesień September	13	23	80
14	1977	Wrzesień September	6	34	90
15	1978	Wrzesień September	16	21	60
Średnio average		Wrzesień September		26	76
16	1976	Październik October	1	17	30
17	1977	Wrzesień September	27	11	30
18	1978	Październik October	3	5	15
Średnio average		Początek października October beginning		11	25
19	1976	Październik	23	–	–
20	1977	Październik	12	–	–
21	1978	Październik	17	–	–
Średnio average		Druga dekada października October second decade		–	–

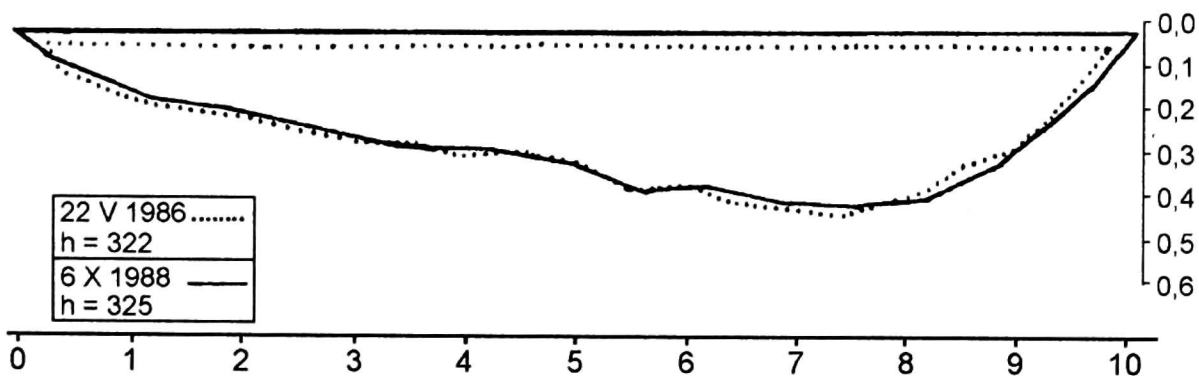
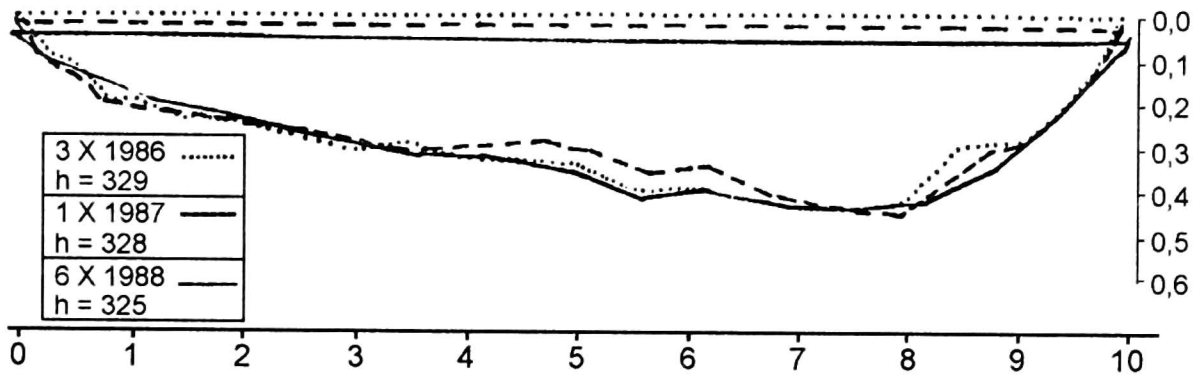
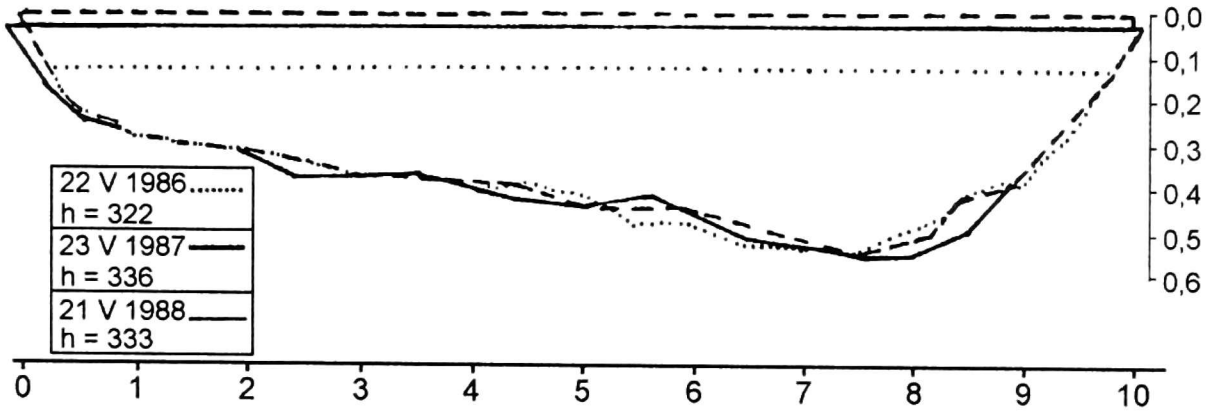
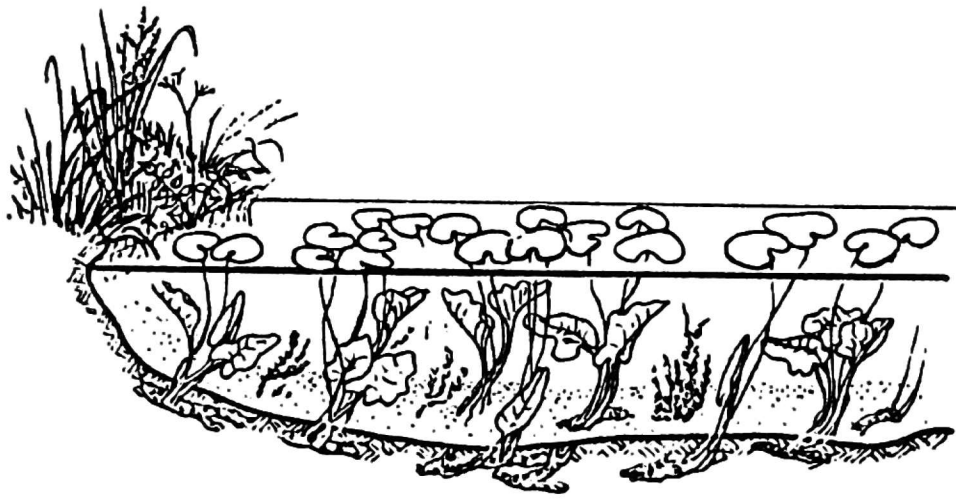
każdego wybranego punktu w zbiorowisku roślin – tj. stanowiska łaty. Po dowiązaniu do innego reperu, lub powrocie do reperu wyjściowego, można wyznaczyć

wysokości wyrównane, a tym samym głębokość wody, grubość warstwy osadu dennego (rumowiska) oraz rozmieszczenia roślinności na różnych głębokościach



RYSUNEK 1. Wybrane zbiorowiska roślin, gatunki wodące i oddziaływanie roślinności na ruch wody: A – moczarki kanadyjskiej *Elodea canadensis*, B – grążela żółtego *Nuphar luteum*, C – jeżogłówki prostej *Sparganium simplex*, D – trzcinę pospolitej *Phragmites australis*

FIG. 1. Selected plant community, leading species and vegetation influence on water moving: A – *Elodea canadensis*, B – *Nuphar luteum*, C – *Sparganium simplex*, D – *Phragmites australis*



RYSUNEK 2. Zmiany konfiguracji koryta rzeki Sidry pod fitocenozą z grążelem w przekroju badawczym 1 RS (wodowskaz Poturbowszczyzna)

FIG. 2. The river bed configuration changes under *Nuphar luteum* phytocenosis in the IRS cross-section (Sidra river – Poturbowszczyzna stage-recorder)

koryta. Zastosowany program NIW-TECH3 ma następujące zalety: jest łatwy w obsłudze, umożliwia przeprowadzanie kontroli na każdym etapie pomiaru, pozwala na wyrównanie mierzonych przewyższeń i wysokości punktów oraz szybkie przetwarzanie i zestawianie danych pomiarowych i uzyskanych wysokości.

Mając dane w postaci głębokości wody w poszczególnych pionach przekroju poprzecznego i rzędnej x liczonej od jednego z brzegów cieku (pomierzone np. tachimetrem) można obliczyć nie tylko pole powierzchni przekroju poprzecznego koryta rzeki, jego część zajęta przez roślinność ale, jeśli zachodzi taka potrzeba, grubość nagromadzonych osadów. Obliczenia te wykonuje się w terenie za pomocą komputera polowego PSION ORGANISER, wykorzystując do tego celu specjalistyczny program LOR.

Badania okrywy roślinnej i procesu zarastania akwenów

Jak wynika z wieloletnich badań (Pachuta i Molski 1990, Pachuta 1992) korzystną metodą oceny zarówno zaawansowania sezonowego rozwoju, jak i zasięgu zbiorowisk jest określenie (tab. 1):

- długości sezonu wegetacyjnego roślin dominujących w zbiorowisku SW,
- czasu oddziaływania roślinności na ruch wody i morfologię koryt rzecznych SO,
- okresów szczególnego nasilenia wegetacji i czasu trwania piętrzenia wegetacyjnego PW,
- pokrycia powierzchni koryta rzecznego przez fitocenozę (tab. 2),

- oddziaływanie zbiorowiska na ruch wody (rys. 1.).

Chociaż sezon wegetacyjny dla większości gatunków roślin w Polsce rozpoczyna się przeciętnie w kwietniu, a kończy w październiku, to dla niektórych trwa on znacznie dłużej. W przypadku niewystąpienia zjawisk zamarzania i zejścia pokrywy lodowej sezon wegetacyjny np. moczarki kanadyjskiej *Elodea canadensis*, w wodach płynących może trwać cały rok (Pachuta i Molski 1992).

Czas oddziaływania na ruch wody i morfologię koryt rzecznych jest zazwyczaj krótszy od sezonu wegetacyjnego, jednak w przypadku np. trzciny pospolitej *Phragmites australis* jest znacznie dłuższy i również może trwać cały rok.

Największym przybywaniem biomasy i najbujniejszym rozwojem roślin charakteryzuje się faza kwitnienia. W rzekach dorzecza np. górnej Biebrzy pełnia rozwoju roślin wodnych i szuwarowych następuje w około dwumiesięcznym okresie (od połowy czerwca do połowy sierpnia) i jest to czas piętrzenia wegetacyjnego. Zjawisko to jest bardzo istotne z punktu widzenia wzmożonego zapotrzebowania na wodę roślin uprawnych i hodowli roślinnych.

Koniec pełni wegetacji większości roślin nastaje wraz z końcem września. Jednak np. fitocenozy moczarki kanadyjskiej i trzciny pospolitej, w niektórych latach, mogą przez cały rok piętrzyć wodę w prawie jednakowym stopniu.

Dla wielu dziedzin naukowych i w praktyce inżynierskiej istotna jest powierzchnia jaką zajmują rośliny wodne. Zasięg i pokrycie powierzchni koryta rzecznego przez fitocenozę oraz oszacowanie

części przekroju poprzecznego zajętego przez rośliny (rys. 1) można określić za pomocą wspomnianych metod geodezyjnych: GPS, niwelacji i tachimetrii. Potrzebne są do tego jednak specjalne programy komputerowe, utworzone do celu badań zbiorowisk roślin.

Przykładowo zaobserwowano (Pachuta 1990), że zacienianie dna koryta przez liście grążela jest szczególnie silne od czerwca do września (w trzyletnim okresie badawczym temperatura i warunki pogodowe były typowe dla lat chłodniejszych i cieplejszych). Grązel wpływał wtedy eliminując na inne gatunki roślin i zmniejszał zarastanie koryt. Ponadto kłacza grążela dobrze stabilizują podłoże dna cieku. W prezentowanym na rysunku 2 jednym z typowych przekrojów zjawiska akumulacji i erozji, zachodzące w ciągu roku, miały bardzo podobne nasilenie i wystąpiły w niewielkim stopniu. W ciągu trzech lat badawczych procesy erozji koryta i akumulacji rumowiska rzecznoego nie zmieniły w zasadniczy sposób konfiguracji dna. Rezultaty pomiarów ruchu dna w okresie trzech lat w jednym z przekrojów hydrometrycznych, na dopływie Biebrzy, przedstawia rys. 2.

Niewielkie zmiany położenia i kształtu dna świadczą o silnym wiązaniu podłoża przez kłacza i korzenie grążela oraz ochronnym działaniu liści pływających i zanurzonych. Rozbijając główny nurt na kilka niewielkich strumieni, przyczyniały się one do ograniczenia obszarów większych prędkości wody i rozpraszania energii.

Przykład zastosowania programu NIWTECH3

Poniżej przedstawiono skrócony opis funkcjonowania programu NIWTECH3 proponowanego między innymi do wyznaczania kształtu koryta rzeki lub dna jeziora. Jednym z najważniejszych błędów instrumentalnych wpływających na dokładność pomiarów niwelacyjnych jest błąd nierównoległości osi celowej do osi libeli w niwelatorach libelowych lub odpowiadający mu błąd quasi-horyzontu dla niwelatorów samopoziomujących. Opcja „Rektyfikacja”, wybrana z menu głównego programu NIWTECH3, pozwala na szybką kontrolę lub eliminację tych błędów.

Rejestrację danych rozpoczynamy od zadeklarowania nazwy pliku, w którym przechowywane będą wszystkie pośrednie odczyty i ostateczne wyniki. Następnie należy zdecydować się na wybór jednego z wariantów:

WYBIERZ WARIANT

Początek pomiaru

Dane wyjściowe

Rektyfikacja

Wyjście

Jeżeli przystępujemy pierwszy raz do pomiaru konkretnej linii pomiarowej, należy wybrać opcję „Dane wyjściowe”. W opcji tej należy zapisać zarówno wybrane dane odnoszące się do sprzętu, jakim wykonywany ma być pomiar, jak i dane charakteryzujące mierzony obiekt.

Właściwy pomiar uruchomiony zostaje po wyborze wariantu „Początek pomiaru”. W tym miejscu należy podać nazwy reperów, między którymi wykonywana ma być niwelacja i numer mierzonego odcinka. Nazwy te muszą być ściśle określone, gdyż wg nich następuje porównanie wyników niwelacji w kierunku TAM i POWRÓT. Kolejnym etapem jest podanie wysokości reperu wyjściowego (wstecz).

Po wykonaniu odczytów z łąt wg zadanej z góry kolejności, na ekranie komputera ukażą się przewyższenia, różnice między przewyższeniami uzyskanymi z pierwszego i drugiego podziału (pomiaru), przewyższenie średnie oraz wysokość stanowiska łąty. Jeżeli warunki geometryczno-analityczne nie zostaną zachowane (za niska celowa, zbyt duża rozbieżność między przewyższeniami uzyskanymi dla pierwszego i drugiego podziału lub pomiaru), sygnał dźwiękowy poinformuje o błędzie i pomiar należy powtórzyć zgodnie z informacją podaną na ekranie. Po zaakceptowaniu wyniku pomiaru, na stanowisku należy wybrać jedną z przedstawionych opcji:

WYBIERZ OPCJĘ

Nowe stanowisko

Koniec pomiaru

Bagnet

Ostatnie stanowisko

Wyjście

Wybór wariantu „Nowe stanowisko” powoduje powielenie czynności wykonanych na poprzednim stanowisku. Opcję „Bagnet” wybrać należy wtedy, gdy z tego samego stanowiska chcemy wykonać pomiar wysokości innego punktu.

Opcja „Ostatnie stanowisko” jest wyszczególniona, gdyż tylko w tym przypadku nie ma ograniczenia co do wysokości celowej.

Wybór wariantu „Koniec pomiaru” spowoduje, że na ekranie komputera ukaże się ostateczna różnica wysokości wraz ze wszystkimi wyodrębnionymi poprawkami. W tym miejscu należy zdecydować się na dalszy tryb postępowania. Jeżeli wysokość reperu, do którego „doszliśmy” ciągiem pomiarowym jest znana, wówczas należy wszystkie wysokości wyrównać. W tym celu z dwóch podanych opcji wybieramy „Wyrównanie” :

WYBIERZ OPCJĘ

Niwelacja ciągu

Wyrównanie

Wszystkie zapisywane dane pomiarowe oraz ostateczne wyniki niwelacji zostają zapisane w zadeklarowanym na początku zbiorze wyników lub w zbiorach tworzonych automatycznie. W dzienniku pomiarowym w tabeli wyników obok odczytów łąt podane są numery lub nazwy stanowisk łąt, przewyższenia średnie i wysokości reperów.

Przykład zastosowania programu LORNETA

W badaniach roślinności często zachodzi potrzeba określenia powierzchni zbiorowiska. Zwykle dokładność pomiaru, wobec dynamiki stanu roślinności, nie musi być zbyt duża. Bardzo przydatna w takim przypadku może być lornetka firmy Leica – instrument o nazwie Geovit. Lornetka ta wyposażona jest w dalmierz

świetlny, nie wymagający reflektora zwrotnego i urządzenie określające azymut magnetyczny. Autorzy tego opracowania sporządzili przedstawiony poniżej program LORNETA, opracowany w języku OPL na komputer PSION Organiser LZ64, dzięki któremu można określić powierzchnię (zasięg) zbiorowiska na podstawie współrzędnych. Program ten służy do opracowywania różnego typu pomiarów wykonywanych za pomocą lornetki pomiarowej Geovit.

Na początku funkcjonowania programu należy zdecydować, czy chcemy, aby wszystkie dane oraz pośrednie i ostateczne wyniki obliczeń były zapisywane w deklarowanym zbiorze wyników:

ZAPISUJESZ WYNIKI DO PAMIĘCI?

NIE TAK

Po wyborze opcji „TAK” rejestrację danych rozpoczynamy od zadeklarowania nazwy pliku, w którym przechowywane będą wszystkie pośrednie odczyty i ostateczne wyniki pomiarów. W tym miejscu należy wybrać również nośnik pamięci, na którym rejestrowany będzie deklarowany zbiór. Następnie należy zdecydować się na wybór jednego z wariantów:

WYBIERZ WARIANT

Początek pomiaru

Dane wyjściowe

Wyjście

Jeżeli przystępujemy pierwszy raz do pomiaru, należy wybrać opcję „Dane wyjściowe”. W opcji tej należy zapisać zarówno wybrane dane odnoszące się do sprzętu, jakim wykonywany ma być po-

miar, jak i dane charakteryzujące mierzony obiekt.

Właściwy pomiar uruchomiony zostaje po wyborze wariantu „Początek pomiaru”. Należy więc zdecydować się na jedną z proponowanych opcji:

WYBIERZ OPCJĘ

Odległość i azymut

Pole powierzchni

Wysokość obiektu

Odległość od prostej

Powierzchnia elewacji

Współrzędne punktu

Wyjście z programu

Opcja „Pole powierzchni” pozwala określić powierzchnię (lub zasięg) zbiorowiska na podstawie współrzędnych lub na podstawie powierzchni poszczególnych trójkątów określonego wielokąta. Po wyborze opcji „Pole powierzchni” należy wybrać jeden z wariantów:

WYBIERZ WARIANT

Pomiar odległości i azymutów

Pomiar odległości

Wyjście

Wariant „Pomiar odległości” jest mniej przydatny i bardziej kłopotliwy, gdyż wymaga od obserwatora obecności na wszystkich charakterystycznych punktach danego zbiorowiska. Wariant „Pomiar odległości i azymutów” jest zdecydowanie korzystniejszy, gdyż w praktyce pozwala na określenie powierzchni zbiorowiska na podstawie obserwacji jego punktów charakterystycznych z jednego stanowiska. Należy jednak wcześniej wybrać jedną z dwóch możliwości:

**CZY STANOWISKO JEST
NAROŻNIKIEM DZIAŁKI
(ZBIOROWISKA) ?
TAK NIE**

Następnie wykonuje się pomiar azymutów i odległości do wszystkich charakterystycznych punktów danego zbiorowiska. Pomierzone wartości rejestruje się na komputerze polowym, dzięki czemu automatycznie w dowolnym układzie obliczane są współrzędne tych punktów. Wybór opcji „Koniec Pomiaru” pozwala na obliczenie pola powierzchni mierzonego obszaru. Na ekranie komputera pojawia się nie tylko pole powierzchni, ale również błąd wyznaczonego pola na podstawie błędów wyznaczenia poszczególnych punktów charakterystycznych. Metoda ta jest bardzo efektywna, zwłaszcza w przypadku określania powierzchni roślin wodnych lub bagiennych, gdy nie ma możliwości dostępu do granicy ich zasięgu.

Powyższe oprogramowania zostały szczegółowo przedstawione na XXIV Kongresie GPS (Pachuta i Pachuta 1999a, b).

Podsumowanie i wnioski

Prezentowane zbiorowiska moczarki kanadyjskiej *Elodea canadensis*, grążela żółtego *Nuphar luteum*, jeżogłówki prostej *Sparganium simplex*, trzciny pospolitej *Phragmites australis* są jednymi z najczęściej spotykanych w Polsce i w Europie. Ich znaczenie w ekosystemach wodnych polega m.in. na zarastaniu koryt rzecznych i jezior, zacienianiu dna oraz ograniczaniu rozwoju glonów, a także

niektórych hydrofitów, utrwalaniu podłoża i ograniczaniu erozji dennej oraz współtworzeniu zbiorowisk o niepowtarzalnych walorach przyrodniczych i estetycznych. Powyższe względy powodują, że niezbędna dla wielu dziedzin jest ocena procesu zarastania. Oszacowanie intensywności zarastania cieku lub akwenu oraz sezonowego nasilenia wegetacji jest bardzo trudne ze względu na dużą różnorodność i często niedostępność zbiorowisk. Badania roślinności wymagają pomiarów m.in. zasięgu i powierzchni poszczególnych zbiorowisk, położenia poziomego i pionowego różnych elementów (roślin i ich skupisk), a także kształtu dna akwenu.

Ocenę taką można uzyskać stosując geodezyjne techniki pomiarowe. W pracach terenowych związanych z określeniem położenia i zasięgu danego zbiorowiska można wykorzystać metody satelitarne (GPS). Metody statyczne, jako zbyt dokładne, stosowane mogą być w wyjątkowych przypadkach, gdy zaistnieje taka potrzeba. Natomiast w przypadku wyznaczenia pozycji lub powierzchni w czasie rzeczywistym, duże perspektywy wykorzystania dają metody RTK (real time kinematic). Pomiarzy za pomocą niewielkich odbiorników typu Pathfinder na pewno równie szybko znajdą użytkowników.

Przygotowane przez autorów oprogramowania LOR, NIWTECH3 i LOR-NETA, na komputer polowy PSION LZ 64, pozwalają na zapisanie i wyznaczenie wysokości i odległości badanych punktów zbiorowisk bezpośrednio w terenie, na bieżącą kontrolę pomiarów i na oceny:

- zasięgu zbiorowiska – przez pomiary GPS, tachimetryczne bądź przy zastosowaniu lornetki Geovit i rejestrację danych pomiarowych oraz obliczeń w programach NIWTECH3 i LORNETA, na komputerze polowym PSION LZ 64,
- pokrycia powierzchni koryta rzeczno-ego przez zbiorowisko – metody jak wyżej,
- powierzchni przekroju poprzecznego koryta zajętej przez roślinność – z wykorzystaniem pomiarów tachimetrycznych lub niwelacji geometrycznej i trygonometrycznej – przy użyciu rejestratorów polowych, wyposażonych w specjalistyczne oprogramowanie NIWTECH3 i LOR.

Zastosowanie powyższego oprogramowania na komputer polowy pozwala między innymi na:

- wyeliminowanie potrzeby prowadzenia klasycznego dziennika pomiarowego,
- rejestrację wszystkich danych pomiarowych w przejrzystej tabelarycznej postaci,
- kontrolę wykonywanych pomiarów na każdym etapie prac terenowych,
- natychmiastowe uzyskiwanie ostatecznych wyników pomiarów (wysokości, pola przekrojów, głębokości dna).

Literatura

- BRYŚ H., PACHUTA A., ZIELINA L. 1997: *Problem automatyzacji procesu pomiarowego w aspekcie uwzględniania poprawek w niwelacji precyzyjnej*. III Konf. Nauk.-Techn. „Problemy Automatyzacji w Geodezji Inżynierskiej”. Warszawa, 20–21 III 1997.
- Flora der Schweiz und Angrenzender Gebiete 1967: Birkhauser Verlag, Basel und Stuttgart, Hess E., Landdt E., Hirzel R.
- PACHUTA A. 1996: Instrukcja obsługi programu NIWTECH do rejestracji i wstępnego przetwarzania pomiarów niwelacji technicznej 3 i 4 klasy. Warszawa (nie publikowane).
- PACHUTA K. 1990: *Macrophytes of river beds and riparian zone of rivers in the upper Biebrza basin*. Ann. WAU Land Reclam, 25; s. 93–106.
- PACHUTA K., MOLSKI K. 1992: *The effect of communities with Elodea canadensis on river flow*. Pol. Arch. Hydrobiol. 39; 1; 51–64.
- PACHUTA A., PACHUTA K. 1999a: *Rivers plant communities and the application of current geodetic methods for their localisation*. G051. EGS XXIV General Assembly conference The Hague, 19–23 April 1999. Geophysical Research Abstracts: 211.
- PACHUTA A., PACHUTA K. 1999b: *The geodetic methods in Nuphar luteum communities ranging in the chosen cross – sections of upper Biebrza tributaries*. G052. EGS XXIV General Assembly conference The Hague, 19–23 April 1999. Geophysical Research Abstracts: 211.
- PODBIELKOWSKI Z., TOMASZEWICZ H. 1996: *Zarys hydrobotaniki*. Warszawa, PWN.
- HASLAM S.M. 1978: *River plants*. Cambridge Univ. Press.

Summary

The geodetic methods use and automatic measurements in hydrophyte communities investigation. Very important in river ecosystems consists, in ecological investigation, for hydrologic practice and environment protection is overgrowing intensity determination. The community ranges, vertical and horizontal differentiation of plant species, plant coverage and riverbed shape have to be measured. The modern methods (GPS -RTK), being used in geodetic,

would be very helpful. The code levellers or classical levellers should be used for cross-section datum's estimation. The software proposed by authors allows for all objects highness estimation in field conditions and actual levelling measure control. The LORNETA programme was made by A. Pachuta and prepared for OPL language for the field computer PSION ORGANISER LZ 64. This programme may be used for the interpreta-

tion of all the measurement being made by the GEOVIT field glasses.

Authors' address:

K. Pachuta, A. Pachuta
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-786 Warsaw, Nowoursynowska 166
Poland
E-mail: pachuta@alpha.sggw.waw.pl
E-mail: igga@gik.pw.edu.pl