

ZAŁĄCZNIK 2.4

**WYTYCZNE DO PROWADZENIA BADAŃ TERENOWYCH
ORAZ DO SPOSOBU ZESTAWIANIA I PRZETWARZANIA
DANYCH O MAKROFITACH W JEZIORACH**

Opracowanie:

dr Agnieszka Kolada

dr hab. Hanna Ciecierska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Warszawa, listopad 2009

Spis treści	str
1. Przygotowanie do pracy w terenie	2
<i>1.1. Sprzęt do badań</i>	2
<i>1.2. Częstotliwość i termin wykonywania badań</i>	3
<i>1.3. Wyliczanie liczby transektów</i>	3
<i>1.4. Projektowanie rozmieszczenia transektów</i>	5
2. Badania terenowe	6
<i>2.1. Weryfikacja rozmieszczenia transektów w terenie</i>	6
<i>2.2. Zakładanie transektu</i>	7
<i>2.3. Badanie makrofitów w obrębie transektu</i>	8
<i>2.4. Gromadzenie informacji dodatkowych na transekcje</i>	12
3. Prace studialne	12
<i>3.1. Wyliczanie wskaźników metody ESMI (teoria)</i>	12
<i>3.2. Sposób wyliczania wskaźników metody ESMI (praktyka)</i>	16
<i>3.3. Wypełnianie formularzy zbiorczych dla makrofitów</i>	17
<i>3.4. Interpretacja wyników oceny</i>	19
4. Szkolenia	21
Piśmiennictwo	21

1. Przygotowanie do pracy w terenie

1.1. Sprzęt do badań

Oprócz standardowego wyposażenia terenowego, którym służby ochrony środowiska dysponują podczas wykonywania rutynowych badań monitoringowych jezior (łódź z pełnym wyposażeniem, ekwipunek ratunkowy, odzież ochronna, etc.), na potrzeby badania makrofitów należy zgromadzić dodatkowy sprzęt specjalistyczny.

- **Wyposażenie niezbędne:**

- plan batymetryczny z naniesioną zaprojektowaną lokalizacją transektów;
- kotwiczka (ew. grabie lub inny chwytacz do wyławiania roślinności podwodnej), najlepiej metalowa, nierdzewna, o dość znacznym ciężarze (szybko zanurzająca się po rzuceniu do wody), o dość gęstym splocie (dobrze chwytająca rośliny o drobnej strukturze), przymocowana do linki długości co najmniej 8-10 m, wyskalowanej (wyraźne, kontrastowe oznakowanie co 0,5 m);
- głębokościomierz/echosonda;
- GPS;
- liny i taśma miernicza do wyznaczania długości transektu;
- tyczki do wyznaczenia szerokości transektu oraz sprawdzania substratu dna;
- odpowiednia liczba protokółów terenowych (z zapasową liczbą kopii!) lub protokół w formie elektronicznej (palmtop, notebook, etc.); zalecany formularz terenowy do badań makrofitów w jeziorach w załączeniu;
- plastikowe torebki z żyłką lub suszarki z gazetami lub bibułą do przechowywania egzemplarzy roślin - taksonów trudnych do oznaczania, wymagających identyfikacji w laboratorium;

- **Wyposażenie dodatkowe (ułatwiający badanie):**

- batyskop, aquaskop, inne urządzenie umożliwiające oglądanie dna jeziora;
- klucz do oznaczania roślin
- okulary polaryzacyjne;
- kamera podwodna;
- lupa, szkło powiększające

1.2. Częstotliwość i termin wykonywania badań

Badanie makrofitów jezior w sieci monitoringu podstawowego wykonywane jest jeden raz dla danego jeziora, w szycie sezonu wegetacyjnego!!! Z punktu widzenia fenologii, najbardziej dogodnym terminem jest koniec lipca i pierwsza połowa sierpnia, kiedy roślinność jest w pełni rozwinięta, osiąga maksymalne pokrycie, rośliny kwiatowe kwitną i są łatwe do identyfikacji oraz obserwacji (rośliny zanurzone wystawiają kwiaty ponad powierzchnię wody, co ułatwia szacowanie powierzchni przez nie zajmowanych). Generalnie badania makrofitów powinny być prowadzone nie wcześniej niż od połowy czerwca i nie później niż do połowy września. Poza tymi terminami roślinność jest albo zbyt słabo rozwinięta albo już obumiera i badania są niereprezentatywne!

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji... (Dz.U. nr 162, poz. 1008) makrofity jezior reperowych powinny być badane raz na trzy lata, przy czym zalecane jest wykonywanie badań w kolejnych latach na tych samych transektach. Umożliwi to:

- śledzenie trendów zmian i prędkości zachodzenia procesów biologicznych,
- testowanie metody pod kątem zmienności oraz powtarzalności wyników z roku na rok!
- przeprowadzenie analiz z zakresu oceny ryzyka niepewności i błędnej klasyfikacji (niepewność wynikająca ze zmienności z roku na rok, ze zmienności badacza etc.)

1.3. Wylizanie liczby transektów

Minimalna liczba transektów uzależniona jest od wielkości jeziora i stopnia rozwinięcia linii brzegowej. Wylizana jest ze wzoru Jansena (JENSEN 1977; KESKITALO I SALONEN 1994):

- jeziora o powierzchni $< 0,2 \text{ km}^2$ (20 ha)

$$MLT = \frac{L}{\sqrt{\pi \times P}}$$

- jeziora o powierzchni $\geq 0,2 \text{ km}^2$ (20 ha)

$$MLT = \left(\frac{T_{\min}}{2} + \frac{P - P_{\min}}{P_{\min}} \right) \times \frac{L}{\sqrt{\pi \times P}},$$

gdzie: MLT – minimalna wymagana liczba transektów (w zaokrągleniu do jednośc);
L – długość linii brzegowej w km;
P – powierzchnia jeziora w km^2 ;
 T_{\min} – najmniejsza liczba transektów wymagana dla jeziora w danej klasie wielkości
 P_{\min} – dolna granica wielkości jezior w danej klasie wielkości, np. w klasie III dolna granica wynosi 0.20 km^2 , w VIII klasie – 6.40 km^2 (tabela 1).

Tabela 1. Klasy wielkości jezior określające liczbę transektów do badania roślinności. P - powierzchnia jeziora, T_{\min} - minimalna liczba transektów dla każdej klasy wielkości

Klasa wielkości	P (km ²)	T_{\min}
I – II	<0.20	2
III	0.20 – 0.39	2
IV	0.40 – 0.79	4
V	0.80 – 1.59	6
VI	1.60 – 3.19	8
VII	3.20 – 6.39	10
VIII	6.40 – 12.79	12
IX	12.80 – 25.59	14
X	25.60 – 51.19	16
XI	51.20 – 102.39	18

Przykład:

- powierzchnia jeziora wynosi $P = 882,1 \text{ ha} = 8,821 \text{ km}^2$ (VIII klasa wielkości wg tabeli 10);
- długość linii brzegowej jeziora wynosi $L = 21\,000 \text{ m} = 21 \text{ km}$;

$$MLT = \left(\frac{T_{\min}}{2} + \frac{P - P_{\min}}{P_{\min}} \right) \times \frac{L}{\sqrt{\pi \times P}} = \left(\frac{12}{2} + \frac{8,82 - 6,40}{6,40} \right) \times \frac{21}{\sqrt{\pi \times 8,82}} =$$

$$= (6 + 0,38) \times \frac{21}{5,26} = 6,38 \times 3,99 = 25,46 \approx 25$$

- minimalna liczba transektów dla jeziora wynosi 25

Bez względu na wyliczoną wartość minimalna liczba transektów, wyznaczonych do badań makrofitów nie może być mniejsza niż 6. Wyliczona liczba transektów jest wartością **minimalną** i zmniejszenie jej jest możliwe **tylko i wyłącznie** w ściśle uzasadnionych przypadkach, jak:

- szczególnie trudne warunki pracy, które uniemożliwiają prawidłowe przeprowadzenie badań, np. na jeziorach bardzo dużych, o silnym falowaniu; w przypadku warunków szczególnie niebezpiecznych, które mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa, zdrowia lub życia ludzi, badań makrofitów nie należy wykonywać!!! wszelkie utrudnienia w pracy powinny zostać opisane w formularzu w wyznaczonym do tego miejscu;
- jeżeli wyliczona minimalna liczba transektów przekracza 30, powierzchnia jeziora jest bardzo duża (>500 ha), linia brzegowa szczególnie długa i skomplikowana, a pełne wykonanie badań wymagałoby więcej niż dwa dni pracy, dopuszcza się, choć nie jest to konieczne, ograniczenie liczby transektów o 1/3 (redukcja jednego na trzy transekty) jednak **nie mniej niż 30!** i zakładając, że pozostałe transekty będą rozmieszczone

stosunkowo równomiernie, proporcjonalnie i reprezentatywnie (rozdział 1.4). **Niedopuszczalna jest sytuacja wykonania tylko 30 pierwszych transektów, położonych najbliżej miejsca wodowania łodzi, bez spenetrowania całości jeziora!!!;**

- jeżeli jezioro jest silnie zdegradowane, roślinność zanurzona nie występuje, a jedynymi makrofitami są zbiorowiska szuwarowe. Jeżeli taki skrajnie uproszczony układ występuje na pierwszych 3-4 transektach, to zasadne jest wykonywanie dalej badań na co drugim lub nawet co trzecim transekcje, jednak nie zwalnia to od obowiązku spenetrowania fitolitoralu na całej jego długości, szczególnie w przypadku zmieniającej się morfologicznie linii brzegowej np. zatoki lub różnej formy antropopresji!

1.4. Projektowanie rozmieszczenia transektów

Wstępne rozmieszczenia transektów wokół jeziora należy dokonać przed rozpoczęciem prac terenowych, w oparciu o plan batymetryczny oraz materiały pomocnicze, jak: plan zagospodarowania terenu zlewni, mapy hydrograficzne, topograficzne oraz wszelkie materiały, umożliwiające rozpoznanie charakterystyki jeziora i jego zlewni.

Podstawową zasadą przy projektowaniu lokalizacji transektów jest ich **reprezentatywność dla całego jeziora!!!** Celem badania jest uchwycenie pełnego zróżnicowania roślinności jeziora z uwzględnieniem:

- zróżnicowania morfometrycznego jeziora (ukształtowanie litoralu: nachylenie stoków, występowanie zatok, wypłaceń, wysp, etc.),
- zróżnicowania sposobu zagospodarowania terenów strefy brzegowej (lasy, pola uprawne, łąki, zabudowa rekreacyjna, zabudowa mieszkaniowa, etc.)
- zróżnicowania sposobów użytkowania samego jeziora (plaże, kąpieliska, pomosty, mariny etc.).

Liczba transektów opisujących daną cechę jeziora powinna być proporcjonalna do udziału tej cechy w ogólnej charakterystyce jeziora - im częściej dana struktura morfologiczna, użytkowanie terenu bądź presja występują, tym więcej transektów powinno odzwierciedlać dane uwarunkowania. Zasada ta ma zastosowanie również w odwrotną stronę – im mniejsze znaczenie dla ogólnego funkcjonowania jeziora ma dana cecha, tym mniej transektów, o ile w ogóle, powinno ją odzwierciedlać.

Zaprojektowane transekty powinny zatem obejmować przede wszystkim warunki typowe dla danego ekosystemu (najbardziej typowe ukształtowanie misy jeziornej, dominujący sposób użytkowania terenu przyległego), ale należy, w odpowiednim stosunku

ilościowym, również uwzględnić wszelkie sytuacje nietypowe, mające wpływ na zmienność układów roślinnych. Transekty powinny być wyznaczone zatem:

- **stosunkowo równomiernie wokół całego jeziora !!!** (niedopuszczalne jest założenie wszystkich transektów tylko w pobliżu wodowania łodzi);
- wszędzie tam, gdzie zmienia się sposób użytkowania terenu wokół linii brzegowej, proporcjonalnie do udziału różnych form zagospodarowania (jeżeli wokół jeziora dominują lasy i większość transektów wyznaczona jest na odcinakach zalesionych, ale nad jeziorem występuje ośrodek rekreacyjny lub obszar użytkowany rolniczo, to przy wyznaczaniu transektów należy taką sytuację uwzględnić);
- z uwzględnieniem miejsc istotnych zmian ukształtowania misy jeziornej oraz warunków hydrologicznych, np. zatoki, wypłyenia, wokół wysp (proporcjonalnie do ich wielkości), okolice odpływu i istotnych dopływów,
- wszędzie tam, gdzie występuje znacząca presja, której rodzaj, wielkość i nasilenie mogą mieć wpływ na zróżnicowanie roślinności jeziora, np. okolice istotnych punktowych źródeł zanieczyszczeń, okolice ferm, intensywnych pól uprawnych, plaż i ośrodków rekreacyjnych, jeżeli są one typową presją, itp.

Transekty powinny przebiegać możliwie prostopadle do izobat (dążyć do najgłębszego miejsca na jeziorze!!!!)

W przypadku wątpliwości związanych z liczbą i prawidłowym rozmieszczeniem transektów, zalecane jest skonsultowanie się ze specjalistami: dr hab. Hanną Ciecierską (makrof@uwm.edu.pl) lub dr Agnieszką Kolada (akolada@ios.edu.pl) PRZED wyjazdem w teren.

2. Badania terenowe

2.1. Weryfikacja rozmieszczenia transektów w terenie

Zarówno liczbę, jak i wstępnie ustalone na etapie prac przygotowawczych, rozmieszczenie transektów powinno być weryfikowane na bieżąco podczas prac terenowych. Jeżeli zróżnicowanie jeziora pod względem zagospodarowania terenu lub ukształtowania misy jeziornej okaże się większe od spodziewanej, liczbę tę należy zwiększyć w miarę potrzeb (założenie dodatkowego transektu w miejscu obserwacji zjawiska istotnego dla funkcjonowania jeziora). Szczególnie zalecane jest dokładne wykonanie badań na jeziorach, po których można się spodziewać, że są w bardzo dobrym stanie ekologicznym (w ekosystemach takich roślinność jest najlepiej rozwinięta, sięga ponad 3 m głębokości, jej

zróznicowanie jest największe). Dane o makrofitach z jezior potencjalnie referencyjnych są najistotniejsze do dalszych prac nad uszczegóławianiem systemu oceny i klasyfikacji jezior). Istnieją również sytuacje, kiedy liczbę transektów można zmniejszyć – warunki zmniejszenia liczby transektów zostały podane w rozdziale 1.3.

Zasady generalne:

- nie zakładamy transektów w świetle dopływu/odpływu, jedynie w pobliżu cieków;
- nie zakładamy transektów na samej plaży, chyba że jest to dominujące użytkowanie linii brzegowej;
- nigdy nie pomijamy transektów, na których nie występuje roślinność, chyba że jest to sytuacja bardzo wyjątkowa i transekt „pusty” jest niereprezentatywny dla jeziora; brak roślinności, czy to zanurzonej czy to jakiegokolwiek innej jest **BARDZO WAŻNĄ** informacją!!!

2.2. Zakładanie transektu

• Lokalizacja

Lokalizacji transektów w terenie można dokonać na dwa sposoby:

1. ustalić ich dokładną pozycję GPS na podstawie map cyfrowych na etapie prac przygotowawczych, a następnie wykonywać badania w z góry określonych miejscach;
2. orientacyjnie zaprojektować lokalizację transektów przed wyjazdem w teren, a ich konkretne położenie (odczyt GPS) ustalić dopiero w terenie.

Ze względu na częstą konieczność weryfikacji lokalizacji transektów w terenie, zalecane jest stosowanie tego drugiego sposobu.

• Szerokość

Szerokość transektu nie powinna być mniejsza niż 30 m, co umożliwia swobodne manewrowanie łodzią oraz daje stosunkowo reprezentatywny obraz roślinności jeziora na danym transekcje. Szerokość transektu może być zwiększana bez ograniczeń, w skrajnych przypadkach do pełnego zmapowania fitolitoralu.

• Długość

Transekt powinien obejmować całą szerokość strefy litoralu zasiedloną przez roślinność, od linii brzegowej (w przypadku bardzo rozbudowanego szuwaru – od linii szuwaru) do maksymalnego zasięgu głębokościowego roślinności zanurzonej. Zatem do określenia długości transektu niezbędne jest **ustalenie maksymalnej głębokości występowania roślinności**, co wykonuje się przez sondowanie dna przy pomocy kotwiczki na skalowanej linie. Maksymalny zasięg głębokościowy makrofitów wyznacza granicę wykonywania

badania i określa długość transektu. W przypadku jezior płytkich, silnie wypłyconych zatok lub płytkich transektów położonych pomiędzy brzegiem a wyspą, gdzie dno jest pokryte roślinnością na całej długości transektu, badanie należy wykonać od brzegu do brzegu, w poprzek zbiornika. Przy czym badanie to powinno zostać potraktowane jako dwa niezależne transekty (do i od najgłębszego miejsca na transekcji – jeśli takie występuje lub do i od połowy odległości pomiędzy brzegami – miejsce to można wyznaczyć posługując się ekranem GPSu). Wówczas nie podajemy maksymalnego zasięgu występowania roślinności, ponieważ w takich przypadkach nie ma to znaczenia diagnostycznego.

2.3. Badanie makrofitów w obrębie transektu

Badania roślinności wykonuje się metodą zdjęcia synfytosocjologicznego (sigma-zdjęcia), tzn. powierzchnie każdego znalezionej zbiorowiska (**nie gatunku!**) określa się według 7-stopniowej skali **BRAUNA-BLANQUETA** (1964) (podstawowe informacje w **MATUSZKIEWICZ** 2002). Powierzchnią zdjęcia jest powierzchnia transektu. Badania roślinności na transekcji dokonuje się

- w przypadku szuwara - wizualnie, poprzez obserwację;
- w przypadku roślinności zanurzonej, przy dużej przejrzystości wód - wizualnie lub/i przy użyciu batyskopu/aquaskopu;
- w przypadku roślinności zanurzonej, przy małej przejrzystości wody – na podstawie wielokrotnego sondowania dna przy użyciu kotwiczki/grabi/innego chwytacza roślin zamocowanego na skalowanej linie.

Na podstawie sondowania i obserwacji należy na każdym transekcji:

- 1) oszacować **ogólny stopień pokrycia dna** przez rośliny w skali procentowej z dokładnością do ok. 10%;
- 2) **zidentyfikować wszystkie zbiorowiska** roślinności wynurzonej oraz (i to przede wszystkim!!!) zanurzonej;
- 3) oszacować **względną obfitość (ilościowość) każdego zbiorowiska** w procentach pokrycia powierzchni zajętej przez roślinność (bez uwzględnienia powierzchni pustych).

Pod pojęciem „ZBIOROWISKO” rozumiane jest skupisko roślin danego gatunku, zajmujące powierzchnię $\geq 1 \text{ m}^2$ i o gęstości pokrycia $\geq 1/4$ powierzchni (zatem pojedyncze osobniki danego gatunku, rozmieszczone bardzo rzadko i nie tworzące skupień, nie stanowią zbiorowiska!).

Udział powierzchni zajmowanej przez każde zbiorowisko wyrażane jest w przeliczeniu na siedmiopunktową skalę Brauna-Blanqueta:

Skala Br-Blanqueta	Udział zbiorowiska w całkowitej powierzchni zajętej przez rośliny [%]	Średnie pokrycie [%], wartość empiryczna, wyliczona na podstawie danych rzeczywistych (Ciecierska 2008)
5	75 - 100	86
4	50 - 75	61
3	25 - 50	34
2	5 - 25	15
1	1 - 5	3
+	0,1 - 1	0,5
r	<0,1	0,1

Badania obejmują całą roślinność (wszystkie grupy ekologiczne), ograniczoną lustrem wody:

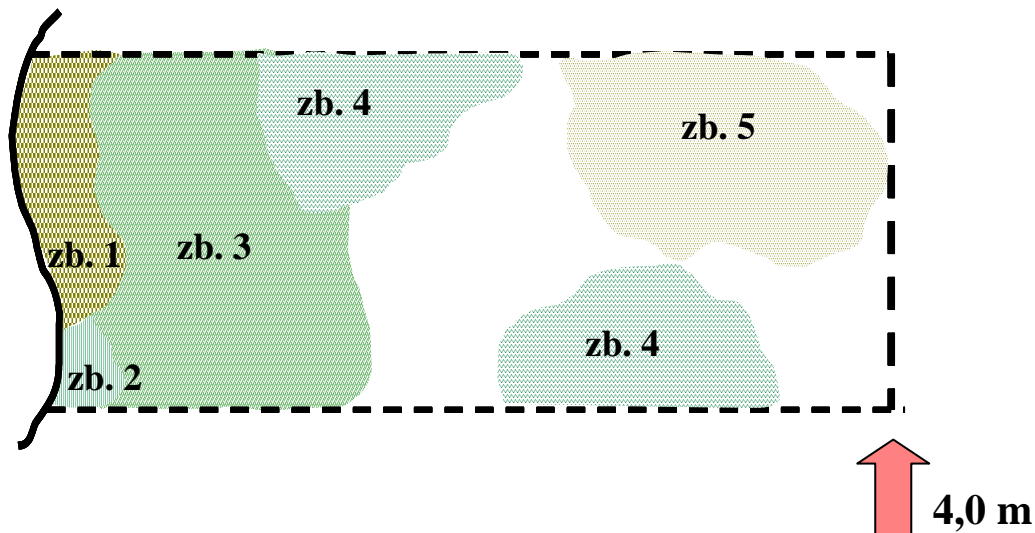
- szuwar turzycowy i szuwar właściwy (helofity);
- roślinność o liściach pływających (nimfeidy);
- roślinność naczyniową zanurzoną (elodeidy/potamidy);
- łąki ramienicowe (charofity);
- mchy.

Definicję zbiorowiska oraz grupy ekologicznej roślinności wodnej i szuwarowej, wchodzące w zakres badań, przyjęto według systemu fitosocjologicznego MATUSZKIEWICZA (2002) oraz BRZEGA I WOJTERSKIEJ (2001) (wykaz jednostek syntaksonomicznych podano w załączonym formularzu do badań makrofitów). Identyfikacja gatunków oraz ich synonimy w załączonym formularzu terenowym podano za RUTKOWSKIM (2004).

Szacując względny udział pokrywania każdego zbiorowiska roślinnego należy zwrócić uwagę, żeby szacować jedynie w stosunku do powierzchni rzeczywiście pokrytej przez roślinność, a więc wzajemne stosunki ilościowe poszczególnych zbiorowisk, niezależnie od ogólnej wartości pokrycia na transekcje, **powinny sumować się do 100% ($\pm 5\%$)**. I tak:

- przy **jednym** zbiorowisku dominującym ($\geq 75\%$ pokrycia powierzchni porośniętej) otrzymuje ono wartość **5** (pozostałe zbiorowiska szacując na 1, + lub r);
- przy **dwóch** współdominujących zbiorowiskach 3 i 4, reszta zbiorowisk towarzyszących o pokryciu od 2 do r),
- przy **trzech i więcej** współwystępujących zbiorowiskach, odpowiednio 2, 3 lub 4 w zależności od struktury dominacyjnej.

Poniżej zamieszczono kilka przykładów.



Przykład 1:

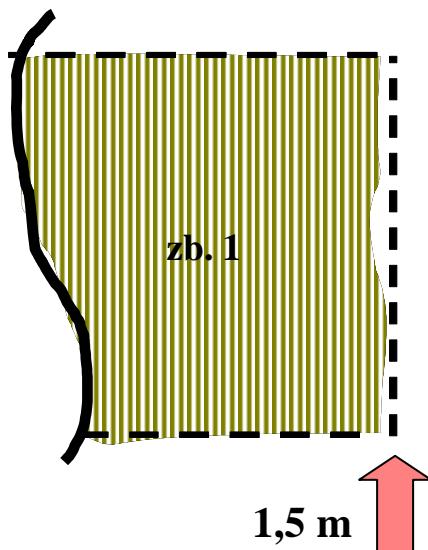
Max głębokość zasiedlenia [m]: 4,0

Ogólne pokrycie [%]: 70

Liczba zbiorowisk: 5

Pokrywanie zbiorowisk w skali B-B:

zb. 1	1
zb. 2	+
zb. 3	4
zb. 4	3
zb. 5	2



Przykład 2:

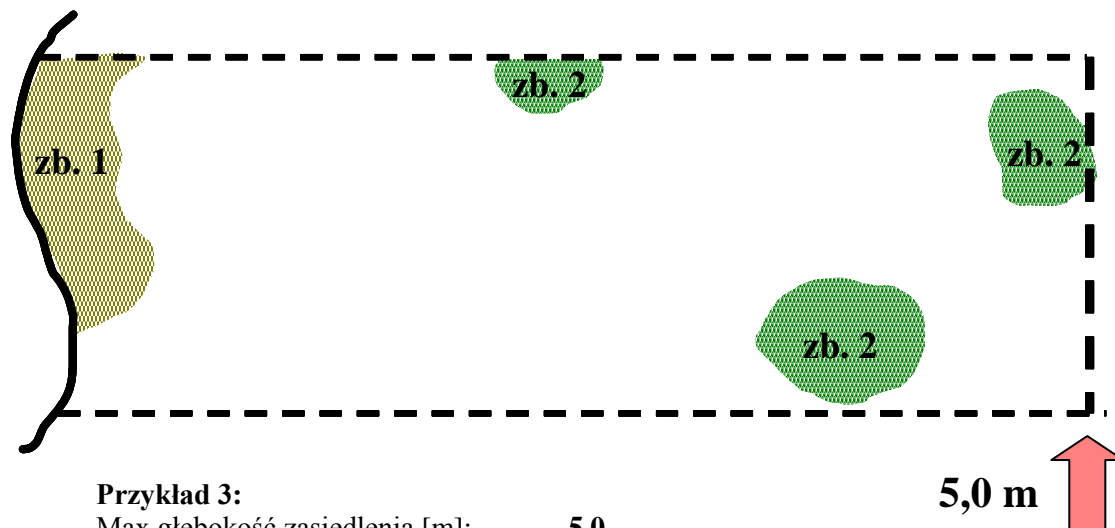
Max głębokość zasiedlenia [m]: 1,5

Ogólne pokrycie [%]: 100

Liczba zbiorowisk: 1

Pokrywanie zbiorowisk w skali B-B:

zb. 1	5
-------	---



Przykład 3:

Max głębokość zasiedlenia [m]: 5,0

Ogólne pokrycie [%]: 10

Liczba zbiorowisk: 2

Pokrywanie zbiorowisk w skali B-B:

zb. 1	3
zb. 2	4

Podsumowując, kolejne kroki badania roślinności na transekcie obejmują:

1. wyznaczenie transektu o szerokości min. 30 m przebiegającego prostopadłe do izobat;
2. ustalenie **maksymalnej głębokości występowania roślinności** (zasięg głębokościowy makrofitów), która wyznacza **długość transektu** i określa powierzchnię wykonywania badania;
3. oszacowanie **całkowitego procentowego pokrycia** transektu roślinnością;
4. **identyfikacji** wszystkich zbiorowisk roślinnych występujących na transekcie z **oszacowaniem ich procentowego pokrywania** w stosunku do całkowitej powierzchni zajmowanej przez roślinności w przeliczeniu na skalę Brauna-Branqueta.

Czasami może się zdarzyć, szczególnie w przypadku silniejszego falowania lub penetracji strefy przybrzeżnej przez ludzi, że w płytszych miejscach fitolitoralu lub tuż przy pasie trzciny roślinność wodna nie występuje, a pojawia się dopiero od pewnej głębokości. Dlatego też, w przypadku stwierdzenia braku roślinności zanurzonej na danej głębokości pomimo sprzyjających warunków świetlnych (przyjmuje się, że teoretyczny maksymalny zasięg głębokościowy makrofitów wynosi 1,5x widzialność krążka Secchiego!!!) konieczne jest zbadanie głębszych stref litoralu, w celu upewnienia się, że granica kolonizacji została rzeczywiście osiągnięta.

Próbki gatunków roślin niezidentyfikowanych w terenie należy zabrać ze sobą do laboratorium w celu ich oznaczenia. W przypadku roślin naczyniowych należy zebrać możliwie całe osobniki, z jak największą liczbą organów (łodygi, liście, jeśli możliwe także korzenie, kwiaty/owoce). W przypadku ramienic należy zebrać najmłodsze, niezniszczone szczyty roślin, obejmujące kilka najmłodszych, szczytowych węzłów oraz zanotować kształt bulwek znajdujących się w dolnych częściach – o ile oczywiście występują.

Do czasu ukończenia badania w terenie, rośliny należy zabezpieczyć w foliowych OPISANYCH torebkach (jezioro, data, nr transektu, orientacyjna głębokość występowania rośliny), a po powrocie z terenu rozłożyć płasko na higroskopijnym papierze, np. stara gazeta, chłonna bibuła, i wysuszyć pod obciążeniem. W przypadku ramienic nie należy obciążać zbyt mocno, aby uniknąć połamania kruchych i delikatnych plech! Rośliny można również zbierać bezpośrednio do gazet lub bibuły (OPISANYCH) w suszarce roślinnej. Do oznaczania takie rośliny jeszcze raz moczymy w wodzie (w przypadku mocnego pokrycia pędów i liści nalotem wapiennym można je przepłukać słabym roztworem kwasu octowego – można również użyć kwasku cytrynowego) i ponownie rozłożyć w nowych gazetach lub bibułach. W

przypadku problemów z oznaczeniem, zebrany materiał można przekazać specjalście (makrof@uwm.edu.pl; akolada@ios.edu.pl;)

Wszystkie zgromadzone w terenie informacje zapisujemy w przygotowanych wcześniej *”Formularzach terenowych do badań makrofitów w jeziorach”* (w załączeniu), w formie papierowej lub elektronicznej.

2.4. Gromadzenie informacji dodatkowych na transekcje

Pozycję wg. GPS każdego stanowiska badawczego należy odczytać najlepiej na początku transektu, w okolicach linii brzegowej lub przy pasie trzcin. W przypadku transektów bardzo długich (przynajmniej 2x dłuższych niż dokładność odczytu prostego GPS), warto zrobić odczyt pozycji także na końcu transektu.

W terenie należy oszacować czy stok jest łagodny ($<30^\circ$), średnio nachylony ($30-60^\circ$) czy stromy ($>60^\circ$). Rzeczywiste nachylenie litoralu na transekcje powinno zostać wyliczone po powrocie z terenu, np. na podstawie długości odcinka transektu od brzegu do przecięcia z określoną izobata, odczytane z planu batymetrycznego i wyliczone według formuły zamieszczonej w załączonym formularzu do gromadzenia danych z badań terenowych.

Istotną dla interpretacji wyników informacją jest orientacyjne oszacowanie dominującego substratu dna (twarde, żwirowo-kamieniste, muliste, o dużej miąższości osadów gyttiowych, etc.). Zalecane jest także odnotowanie masowego występowania racicznicy (w rubryce „Inne” lub „Uwagi/notatki”).

3. Prace studialne

3.1. Wyliczanie wskaźników metody ESMI (teoria)

Dane jednostkowe, zebrane na poziomie transektów, należy następnie uśrednić w celu uzyskania danych o roślinności w skali całego jeziora:

- **średnia głębokość występowania roślin** jest arytmetyczną średnią maksymalnej głębokości na poszczególnych transektach;
- **średnie procentowe pokrycie** fitolitoralu roślinnością jest średnią arytmetyczną całkowitego pokrycia poszczególnych transektów;
- oba wskaźniki umożliwiają następnie wyliczenie **całkowitej powierzchni zajmowanej przez roślinność, czyli powierzchni fitolitoralu (N)**; powierzchnię fitolitoralu wylicza się w oparciu o dane morfometryczne jeziora, jako iloczyn powierzchni litoralu ograniczonej izobata określającą średni dla jeziora zasięg

głębokościowy makrofitów oraz średniego procentowego pokrycia roślinności; jeśli nie ma na karcie morfometrycznej powierzchni określonej średnim maksymalnym zasięgiem głębokościowym, powierzchnię tę należy wyliczyć jako ekstrapolację następną podanej na karcie; w przypadku jezior bardzo płytkich, gdzie całe dno jeziora jest porośnięte makrofitami, powierzchnia fitolitoralu jest równa iloczynowi powierzchni jeziora oraz średniego procentowego pokrycia roślinności;

Przykład:

- *średni maksymalny zasięg głębokościowy roślin wynosi 5,0 m;*
- *średnie pokrycie fitolitoralu roślinnością wynosi 40 %;*
- *powierzchnia litoralu ograniczona izobatą 5,0 m (odczytana z karty morfometrycznej) wynosi 12,75 ha,*
- *całkowita powierzchnia zajmowana przez rośliny, czyli powierzchnia fitolitoralu wynosi*

$$N = 12,75 \times 0,4 = 5,1 \text{ ha}$$

- zestawienie wszystkich zbiorowisk roślinnych, występujących na poszczególnych transektach powinno przedstawiać **pełny skład syntaksonomiczny** fitolitoralu jeziora;
- **średnie pokrycie każdego zbiorowiska roślinnego (n)** w obrębie fitolitoralu jest średnią arytmetyczną jego pokrycia na poszczególnych transektach, po przeliczeniu stopni skali Braun-Blanqueta na średnie pokrywanie procentowe; w tym celu każdy stopień skali B-B przypisany danemu zbiorowisku roślinnemu na poszczególnych transektach należy zamienić na średnie procentowe pokrywanie, według następujących wartości:

Zakres klas pokrycia [%]	Skala B-B	Średnie pokrycie [%]
75 - 100	5	86
50 - 75	4	61
25 - 50	3	34
5 - 25	2	15
1 - 5	1	3
0,1 - 1	+	0,5
<0,1	r	0,1

Wartości pokrycia w tabeli zostały wyliczone na podstawie danych z bazy danych roślinności jezior polskich, a nie są średnimi arytmetycznymi granic klas (Ciecierska 2008).

Suma średniego pokrycia wszystkich zbiorowisk zarówno na poszczególnych transektach, jak i w obrębie całego fitolitoralu powinna być zbliżona do $100 \pm 5 \%$. Jeżeli średnie pokrycie wynosi poniżej 100% wówczas oznacza to, że pokrywanie zostało niedoszacowane (zaniżone), jeżeli powyżej 100% to przeszacowane (zawyżone).

Przykład:

- zbiorowisko *Potametum perfoliati* występowało na 8 spośród 14 wykonanych transektów i przyjmowało wartości pokrycia według skali BB:

na jednym transekcje 4 $1 \times 61 = 61$

na dwóch transektach 3 $2 \times 34 = 68$

na czterech transektach 1 $4 \times 3 = 12$

na jednym transekcje + $1 \times 0,5 = 0,5$

W sumie: 141,5

- średni udział powierzchni zajmowanej przez zbiorowisko *Potametum perfoliati* wynosi:

$n = 141,5 : 14 \text{ transektów} = 10,1 \%$

Uzyskane w ten sposób parametry są niezbędne do wyliczenia wskaźników monitoringowej metody oceny stanu ekologicznego jezior w Polsce, zwanej **metodą ESMI**.

Podstawą metody była oryginalna polska metoda, opracowana w latach 80-tych przez prof. Rejewskiego z Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu (REJEWSKI 1981). Opracowana ponad ćwierć wieku temu metoda Rejewskiego była rozwijana i stopniowo modyfikowana, a ostatnio także dostosowywana do wymogów RDW, w trakcie wieloletnich prac badawczych autorów tego opracowania. Wyniki tych prac stanowiły punkt wyjścia do opracowania monitoringowej oceny stanu ekologicznego jezior polskich na podstawie makrofitów, tzw. Makrofitowego Indeksu Stanu Ekologicznego (ESMI).

Opracowana metoda oceny i klasyfikacji jezior w Polsce uwzględnia skład taksonomiczny oraz obfitość makrofitów i opiera się na wskaźnikach liczbowych (tzw. metriksach), ujętych w postaci indeksu wielowskaźnikowego (tzw. multimetriksu). Jako miarę składu taksonomicznego przyjęto **wskaźnik zróżnicowania fitocenotycznego (H)**, wyliczany ze wzoru Shannona-Weavera, gdzie cechą ilościową są powierzchnie poszczególnych zbiorowisk, według wzoru:

$$H = - \sum \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

gdzie: H – wskaźnik zróżnicowania fitocenotycznego;

n_i – powierzchnia płatów danego zbiorowiska roślinnego, wyrażona w procentach ogólnej powierzchni fitolitoralu;

N - całkowita powierzchnia fitolitoralu (100%)

Wartość wskaźnika H uzależniona jest od liczby zbiorowisk roślinnych w fitolitoralu oraz ich wzajemnego stosunku ilościowego. W warunkach braku czynników ograniczających możliwości rozwoju szaty roślinnej jezior (brak lub bardzo mała antropopresja) udział poszczególnych zbiorowisk roślinnych w fitolitoralu jest zrównoważony, a współczynnik H osiąga wysokie wartości. W sytuacji zachwiania równowagi fitocenotycznej, np. na skutek presji, układy roślinne wykazują tendencje do upraszczania się, niektóre zbiorowiska wycofują się, inne zaczynają dominować, a wartość H spada.

Miarą strukturalnych uproszczeń roślinności pod wpływem antropopresji jest stosunek rzeczywistego zróżnicowania fitocenotycznego (H) do teoretycznie możliwego maksymalnego zróżnicowania (H_{\max}), obliczanego ze wzoru:

$$H_{\max} = \ln S$$

gdzie: H_{\max} – współczynnik teoretycznego maksymalnego zróżnicowania fitocenotycznego;
 S - liczba zbiorowisk tworzących fitolitoral

Miara ta wykorzystywana jest w dalszej ocenie jezior na podstawie makrofitów, jako element formuły ESMI.

Jako miarę obfitości makrofitów przyjęto **wskaźnik zasiedlenia (Z)**, który wyraża stosunek powierzchni rzeczywiście zajmowanej przez makrofity (powierzchni fitolitoralu) do powierzchni potencjalnie dostępnej dla roślin, czyli powierzchni litoralu ograniczonej izobą 2,5 m (obszar jeziora, gdzie woda jest płytsza niż 2,5 m). Wskaźnik zasiedlenia wyliczany jest zatem według formuły:

$$Z = \frac{N}{P - izob.2,5}$$

gdzie: Z – wskaźnik zasiedlenia;
 N - całkowita powierzchnia fitolitoralu (ha);
 P – powierzchnia jeziora
 izob. 2,5 – powierzchnia ograniczona izobą 2,5 (z karty morfometrycznej) (ha)

Wskaźnik zasiedlenia przyjmuje tym wyższe wartości, im większa jest maksymalna głębokość występowania roślin.

Omówione powyżej wskaźniki, ujęte w postaci jednego wzoru, służą do wyliczenia **makrofitowego indeksu stanu ekologicznego (ESMI)**, który przyjmuje postać:

$$ESMI = 1 - \exp \left[- \frac{H}{H_{\max}} \times Z \times \exp \left(\frac{N}{P} \right) \right]$$

Zastosowanie w powyższym wzorze funkcji wykładniczej (exp) oraz odjęcie od jedności sprawiają, że wskaźnik przyjmuje wartości w zakresie od 0 do 1, przy czym dla ekosystemów zbliżonych do naturalnych, mało zsynantropizowanych osiąga wartości bliskie 1 i spada w miarę pogarszania się stanu jeziora. Tym samym wskaźnik spełnia wymogi Ramowej Dyrektywy Wodnej stawiane Wskaźnikom Jakości Ekologicznej. Dodatkowa wielkość we wzorze, iloraz powierzchni fitolitoralu (N) do powierzchni całego jeziora (P) stanowi element typologiczny. Umożliwia ona stosowanie wskaźnika ESMI w niezmienionej formie do

obydwu typów jezior, tj. głębokich i płytkich. Dokonuje przy tym istotnych zmian wartości ESMI w przypadku jezior bardzo płytkich, głównie tych, których fitolitoral całkowicie lub w znacznym stopniu wypełnia całe jezioro. Wprowadzona do wzoru wielkość pozwala zaklasyfikować jeziora bardzo płytkie, których głębokość zasiedlenia makrolitów ze względów morfometrycznych nie może być większe niż 2,5 (małe wartości wskaźnika zasiedlenia Z) do bardzo dobrego lub dobrego stanu ekologicznego.

Wynik oceny stanu ekologicznego jezior na podstawie indeksu makrofitowego przyjmuje wartości od 0 do 1. Wartości graniczne klas stanu ekologicznego zostały ustalone na podstawie analizy rozkładu wartości ESMI, osobno dla jezior głębokich i płytkich. Jako granicę stanu bardzo dobrego i dobrego przyjęto **25 percentyl wartości ESMI na stanowiskach referencyjnych**, co wyniosło 0,676 dla jezior głębokich i 0,679 dla płytkich (w zaokrągleniu 0,680 dla obu typów jezior). Granice pozostałych klas wyznaczono dzieląc zakres wartości od ustalonej granicy stanów bardzo dobrego i dobrego do najniższej stwierdzonej w danym typie wartości ESMI na cztery przedziały według skali logarytmicznej.

Wyliczone w ten sposób granice klas stanu ekologicznego na podstawie makrofitów przyjmują następujące wartości (w zaokrągleniu do 0,010):

Stan ekologiczny	Zakres wartości wskaźnika ESMI	
	Jeziora ramienicowe głębokie	Jeziora ramienicowe płytkie
Bardzo dobry	0,680 – 1,000	0,680 – 1,000
Dobry	0,340 – 0,679	0,270 – 0,679
Umiarkowany	0,170 – 0,339	0,110 – 0,269
Słaby	0,090 – 0,169	0,050 – 0,109
Zły	<0,090	<0,050
	brak roślinności zanurzonej	

Wyliczenie zarówno wszystkich parametrów wyjściowych (N, ni), jak i wskaźników samej metody ESMI (H, H_{max}, Z, ESMI) jest możliwe do wykonania samodzielnie lub przy pomocy prostych arkuszy kalkulacyjnych, np. Excel czy Access. Jednak dla ułatwienia i usprawnienia przeliczania, a także w celu zmniejszenia ryzyka błędu rachunkowego, rekomenduje się zastosowanie specjalistycznego oprogramowania, które powinno być UJEDNOLICONE dla wszystkich wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska.

3.2. Sposób wyliczania wskaźników metody ESMI (praktyka)

Jak dotychczas, ujednolicone oprogramowanie do gromadzenia danych o makrofitach oraz wyliczania wskaźników metody ESMI nie zostało ustalone. Poszczególne wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska korzystają z bardzo różnych programów (olsztyńskie

oprogramowanie ESMI, poznański program firmy PROGER), w różny sposób wyliczają wskaźniki oraz w różnych formatach gromadzą i przechowują dane (Excel, Access, Word, inne). Opracowywanie tak zróżnicowanego i niejednorodnego materiału w skali całej Polski jest niezwykle żmudne, czaso- i pracochłonne. Z tego względu, do czasu powstania/przyjęcia ujednoliconego oprogramowania, zalecane jest wypełnianie załączonych „*Formularzy zbiorczych do zestawiania danych o makrofitach jezior*”, **NIEZALEŻNIE OD PROGRAMU, którym dysponują służby terenowe!!!**

3.3. Wypełnianie formularzy zbiorczych dla makrofitów

Do „Wytycznych...” załączone zostały przygotowane w formacie Excell formularze, które stanowią ich integralną część. Przyjęte w formularzu rozwiązania są w dużej mierze wynikiem doświadczeń nabytych podczas ostatnich dwóch lat gromadzenia danych makrofitowych w bardzo rozproszonej postaci.

W celu ujednolicenia nazewnictwa zbiorowisk roślinnych w skali całej Polski, a także uniknięcia dużej liczby literówek oraz posługiwania się nazwami synonimicznymi (co często skutkuje dublowaniem się zbiorowisk na liście taksonomicznej), podstawowy wykaz zbiorowisk roślinności wodnej i szuwarowej został zdefiniowany w formularzu w postaci listy wyboru.

System syntaksonomiczny oraz nazwy zbiorowisk/zespołów przyjęto za MATUSZKIEWICZEM (2002) oraz BRZEGIEM I WOJTERSĄ (2001). W przypadku roślinności wodnej i szuwarowej, gdzie zbiorowiska budowane są niemal wyłącznie przez jednogatunkowe asocjacje, bardzo często nazwa zbiorowiska różni się od nazwy gatunku jedynie końcówką (przez dodanie *-etum* do nazwy rodzajowej oraz zmianę przypadku nazwy gatunkowej), i tak: *Ceratophyllum demersum* buduje zespół *Ceratophylletum demersii*, *Myriophyllum spicatum* – *Myriophylletum spicati*, *Acorus calamus* – *Acoretum calami*, *Sparganium erectum* – *Sparganietum etecti*, etc., z kilkoma (szczęśliwie stosunkowo nielicznymi) wyjątkami, jak *Phragmites australis*, ale zespół *Phragmitetum communis*. Gatunki nietworzące własnych zespołów ujmowane są na liście taksonomicznej jako zbiorowiska („Zbiorowisko z...”).

Ponieważ większość pracowników służb terenowych, z oczywistych względów, może nie mieć przygotowania fitosocjologicznego, do formularzy załączone zostały:

- słownik zbiorowisk, ułatwiający przypisanie gatunku do odpowiedniego zbiorowiska;
- listę synonimów nazw gatunkowych!!!

Dla zainteresowanych serdecznie polecamy zapoznanie się ze wstępem (zaledwie kilka stron tekstu) do przytaczanego już powyżej podręcznika MATUSZKIEWICZA (2002) „Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski”.

W celu zidentyfikowania odpowiedniego zbiorowiska należy:

- a. odnaleźć właściwy gatunek na załączonej liście gatunków,
- b. sprawdzić zbiorowisko, które gatunek ten buduje (w którym dominuje lub w którego skład wchodzi);
- c. wstawić do formularza zbiorczego odpowiednią nazwę zbiorowiska wybierając ją z listy wyboru
- d. Zamieszczona w formularzu lista wyboru zawiera najbardziej powszechne i typowe zbiorowiska roślinności wodnej i szuwarowej Polski. Jednakże nie jest to lista zamknięta i może się zdarzyć, że jakiegoś zbiorowiska, zidentyfikowanego w jeziorze, brakuje. W takim przypadku, należy:
 - a. sprawdzić jego nazwę synonimiczną w załączonym słowniku;
 - b. rozpatrzyć, czy dany gatunek budujący zbiorowisko jest naprawdę hydromakrofitem (należy do roślinności wodnej i szuwarowej, czy może już lądowej)

Zbiorowiska, które rzeczywiście należą do roślinności wodnej i szuwarowej, a nie zostały uwzględnione na liście wyboru, należy wprowadzić do tabeli „Inne zbiorowiska”. Tabela ta ma na celu także weryfikację, czy dane zbiorowisko naprawdę należy do roślinności wodnej i szuwarowej, czy już do roślinności lądowej i nie powinno być uwzględniane przy wyliczaniu wskaźników.

Na podstawie danych o makrofitach jezior, przesyłanych do Instytutu Ochrony Środowiska w ciągu ostatnich dwóch lat okazało się, że wskaźniki metody ESMI są często wyliczone na podstawie nieprawidłowych danych. Najczęstszym błędem jest wliczanie do wskaźników zbiorowisk roślinności ekotonowej, a nawet lądowej, występujących incydentalnie i o bardzo niskim pokryciu (na „r” lub „+”), jak *Solanum dulcamara*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Calistegia sepium*, trawy łąkowe, a nawet *Cladophora*!!!, **które hydromakrofitami budującymi fitolitoral jeziorny jako żywo nie są!!!** Obecność glonów nitkowatych na badanym transekcje należy odnotować w polu „Informacje dodatkowe/ Uwagi” w formularzu terenowym. Wpisywanie przypadkowych gatunków, które nie tworzą zbiorowisk powoduje zawyżenie wartości wskaźnika ESMI i nieuzasadnione podwyższenie oceny jeziora. Występują wówczas takie sytuacje, że fitolitoral jeziora budują głównie szuwały, brak lub znikomy udział roślinności zanurzonej, a stan oceniany jest na umiarkowany a nawet dobry. Z tego względu wskazane jest, aby zestawione dane były

przesyłane do ekspertów (makrof@uw.edu.pl, akolada@ios.edu.pl); w celu ich weryfikacji,

PRZED wyliczeniem wskaźników metody ESMI!!!

Kolumna „Check”, wypełniana jest przez eksperta i służy do zwolnienia wyników. Tylko te zbiorowiska, które zostaną zaznaczone i zwolnione powinny zostać uwzględnione przy wyliczeniu makrofitowych wskaźników metody ESMI.

Ponadto dla każdego zbiorowiska w formularzu należy wpisać:

- liczbę wystąpień na transektach
- średnią wartość pokrycia według skali Brauna-Blanqueta;
- powierzchnię w jednostkach bezwzględnych [ha], która w komórce G81 „Suma” powinna sumować się do wartości w komórce H26 „Powierzchnia pokryta roślinnością [ha]”;
- udział procentowy w całkowitej powierzchni fitolitoralu, który w komórce H81 „Suma” powinien sumować się do 100%.

Wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, które dysponują oprogramowaniem umożliwiającym przygotowywanie raportów w formacie Excel, po ustaleniu listy zbiorowisk, przy wprowadzaniu danych dla transektów oraz sumarycznych dla jeziora mogą skorzystać z funkcji „wytnij-wklej”.

Dodatkowo dla każdego transektu, na końcu tabeli, należy wpisać:

- liczbę zidentyfikowanych zbiorowisk;
- maksymalną głębokość występowania roślinności (głębokość kolonizacji);
- ogólne pokrycie dna roślinnością;
- lokalizację początku transektu według odczytu GPS w formacie dziesiętnym;
- długość odcinka transektu od brzegu do przecięcia z izobatą 5,0 m zmierzoną na karcie batymetrycznej i podaną w milimetrach; w przypadku jezior bardzo płytkich można podać odległość przecięcia z izobatą 2,0 lub 2,5 m, ale zawsze jednolicie dla wszystkich transektów w obrębie danego jeziora!;

Ponadto w komórce W10 należy podać długość odcinka odpowiadającego 100 m na tej samej karcie batymetrycznej, również w milimetrach (skala), a w komórce AH10 wartość przyjętej dla całego jeziora izobaty! Dane te służą do wyliczenia nachylenia stoku w obrębie transektu i będą wykorzystane przy interpretacji wyników badań.

3.4. Interpretacja wyników oceny

Klasyfikacja wód na podstawie ESMI opiera się na wskaźniku biologicznym, a więc elemencie bardzo zmiennym, zależnym od bardzo wielu, nie zawsze dobrze poznanych,

czynników środowiskowych. Zatem, jak większość systemów opartych na elementach biologicznych, również ta klasyfikacja nie może być dokonywana mechanicznie. Nieuniknione są pewne sytuacje wyjątkowe, które uzasadniają przypisanie jeziora do innej, niż wskazuje wartość indeksu ESMI, klasy. I tak:

- jeżeli wartość ESMI wskazuje na stan dobry, ale udział łąk ramienicowych (fitocenoz gatunków wskaźnikowych) w fitolitoralu jest większy niż 20-30 % (zgodnie z ustalonymi warunkami referencyjnymi) wówczas uzasadnione jest **podwyższenie klasy do stanu bardzo dobrego**;
- jeżeli wartość ESMI wskazuje na stan bardzo dobry lub dobry, ale ponad 75 % fitolitoralu zajmują fitocenozy gatunków negatywnych *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus* lub *P. friesii*, wówczas **klasę jakości należy obniżyć o jedną**;
- jeżeli w jeziorze w ogóle nie stwierdzono roślin zanurzonych, a jedynie dobrze rozwinięty szuwar, to, bez względu na wartość ESMI, jezioro należy zaklasyfikować **do złego stanu ekologicznego**;
- jeżeli wartość ESMI wskazuje na stan słaby lub zły (w jeziorze praktycznie brak makrofitów), a parametry fizyczno-chemiczne wskazują na dobrą jakość wód (szczególnie gdy przejrzystość wody jest wysoka, przekracza wartość uznaną za referencyjną rzędu 3,5 m), a w zlewni nie zidentyfikowano żadnej presji antropogenicznej, należy wówczas uznać, że makrofity są elementem niewłaściwym do oceny stanu ekologicznego tego ekosystemu; sytuacje takie zaobserwowano na przykład w badanych w latach 2005 - 2006 jeziorach Gardliczno (SD = 6,6 m, ESMI = 0,075), Zmarłe (SD = 6,5 m, ESMI = 0,091), Płaskie (SD = 5,0 m, ESMI = 0,031) czy Brożane (SD = 4,0 m, ESMI = 0,102); sytuacje takie mogą wynikać ze specyfiki osadów dennych tych jezior lub nietypowej geologii zlewni, są to jednak jedynie spekulacje i rzeczywista przyczyna nie została, jak dotychczas, zidentyfikowana; ponadto obecnie zaproponowana klasyfikacja oceny antropogenicznych przekształceń jezior na podstawie roślinności jest skonstruowana pod względem eutroficznych przejawów działalności człowieka. Proces eutrofizacji jest głównym, ale nie jedynym przejawem antropopresji w polskich jeziorach. Wiele z nich podlega również wpływowi np. wtórnej humifikacji poprzez udrażnianie przepływu wody z torfowisk czy wprowadzaniu w Polsce polityki „małej retencji”.
- podobnie mogą się zachowywać jeziora o niekorzystnym dla rozwoju makrofitów ukształtowaniu misy jeziornej (zbyt strome stoki); wówczas ocenę należy potraktować

jako wstępną, z założeniem, że ulegnie ona zmianie po uwzględnieniu we wzorze ESMI poprawki na ukształtowanie misy jeziornej.

W przypadku wątpliwości związanych z zaklasyfikowaniem jeziora do klasy stanu ekologicznego, wskazane jest skontaktowanie się ze specjalistą (makrof@uwm.edu.pl, akolada@ios.edu.pl).

4. Szkolenia

Warunkiem zapewnienia jakości wyników badań makrofitów oraz wiarygodności oceny na podstawie tego elementu biologicznego niezbędne jest szkolenie pracowników służby ochrony środowiska, i to zarówno tych, prowadzących badania terenowe, jak i opracowujących i interpretujących wyniki. Zalecane jest, aby KAŻDY pracownik zajmujący się makrofitami przynajmniej w jednym roku odbył specjalistyczne szkolenie obejmujące:

1. szkolenie podstawowe, organizowane przez specjalistów z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie przy udziale ekspertów z Instytutu Ochrony Środowiska co roku, wczesnym latem, przed rozpoczęciem sezonu wegetacyjnego;
2. szkolenie zaawansowane połączone z audytem, organizowane wspólnie przez specjalistów z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu przy udziale ekspertów z Instytutu Ochrony Środowiska, co roku jesienią, po zakończeniu sezonu badawczego

Piśmiennictwo

- BRZEG A., WOJTERSKA M., 2001. Zespoły roślinne Wielkopolski, ich stan poznania i zagrożenie. [w:] Wojterska M. (red.). Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52. Zjazdu PTB, 24-28 września 2001, pp. 39-110
- CIECIERSKA H., 2008. Makrofity jako wskaźniki stanu ekologicznego jezior. Monogr. i Rozprawy, UWM, Olsztyn
- JENSÉN S., 1977. An objective method for sampling the macrophyte vegetation in lakes. *Vegetatio*, 33: 107-118
- KESKITALO J., SALONEN K., 1994. Manual for integrated monitoring. Subprogramme Hydrobiology of Lakes. National Board of Waters and the Environment, Helsinki, Vesi-Ja Ymparistohallinnon Julkaisuja, Seria B, 16: 28-30
- MATUSZKIEWICZ W., 2002. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa
- REJEWSKI M., 1981. Roślinność jezior rejonu Laski w Borach Tucholskich. Rozprawy UMK, Toruń
- RUTKOWSKI L., 2004. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. PWN, Warszawa