

**PROCEDURA OCENY STANU EKOLOGICZNEGO JEZIOR W  
OPARCIU O MULTIMETRIKS FITOPLANKTONOWY  
(PHYTOPLANKTON METRIC FOR POLISH LAKES -PMPL)**

**Autorzy:**

**Prof. dr hab. Andrzej Hutorowicz**

**Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie**

**Dr Agnieszka Pasztaleniec**

**Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie**

**Olsztyn-Warszawa 2011**

W skład multimetriksa fitoplanktonowego (w skrócie PMPL) wchodzi trzy metriksy składowe: „Chlorofil *a*”, „Biomasa ogólna” i „Biomasa sinic”. Aby ocenić stan ekologiczny jeziora niezbędne jest oszacowanie każdego z wymienionych metriksów.

### **Terminy poboru prób**

Zalecane terminy poboru prób fitoplanktonowych służących do oznaczeń koncentracji chlorofilu *a* i oszacowania biomasy glonów.

Metriks	Typ cyrkulacji jeziora	
	stratyfikowane	niestratyfikowane
„Chlorofil <i>a</i> ”	Marzec-Maj (1 pobór) Czerwiec-Wrzesień (2 pobory) Październik (1 pobór)	Marzec-Maj (1 pobór) Czerwiec-Wrzesień (2 pobory) Październik (1 pobór)
„Biomasa ogólna”	Marzec-Maj (1 pobór) Czerwiec-Wrzesień (2 pobory) Październik (1 pobór)	Marzec-Maj (1 pobór) Czerwiec-Wrzesień (2 pobory) Październik (1 pobór)
„Biomasa sinic”	15 Lipca - 15 Września (przynajmniej jeden pobór)	04 Czerwca - 30 Września (przynajmniej dwa pobory)

## **Sposób obliczenia metriksów składowych i multimetriksa końcowego**

### **Metriks „Chlorofil *a*”**

Aby wyznaczyć ten metriks potrzebne są wartości koncentracji chlorofilu *a* oznaczone w danym jeziorze w okresie wegetacyjnym (marzec/kwiecień - październik), przy czym pobór prób powinien obligatoryjnie obejmować optymalnie cztery terminy w roku (okres wiosennej miksji, wczesnego lata, późnego lata i jesieni). Koncentracja chlorofilu powinna być oznaczana z próby zintegrowanej ze strefy 0-5 m lub z epilimnionu, zależnie od pory roku).

Następnie należy wyliczyć:

1. średnią ze wszystkich stanowisk danego jeziora badanych w tym samym terminie
2. średnią z sezonu wegetacyjnego (średnia dla jeziora w całym okresie wegetacyjnym)
3. transformować średnią do wartości współczynnika chlorofilowego  $Y_{Ch}$ , wg równania odpowiedniego dla typu abiotycznego badanego jeziora (Tab. 1)

**Tabela 1. Wartości graniczne koncentracji chlorofilu  $a$  [ $\mu\text{g/l}$ ] klas jakości wody oraz równania do obliczania wskaźnika chlorofilowego ( $Y_{Ch}$ )**

Typ cyrkulacji	WS	Górna wartość graniczna koncentracji chlorofilu, właściwa dla klasy					Wzór do obliczenia wartości wskaźnika chlorofilowego ( $Y_{Ch}$ )
		I	II	III	IV	V	
Stratyfikowane	<2	5,2	7,7	11,1	16,3	>16,3	$Y_{Ch} = -3,2698 + 2,6081 \text{Ln}(x_{Ch})$
	>2	7,1	12,8	21,4	32,8	>32,8	$Y_{Ch} = -1,8555 + 0,0369 x_{Ch} + 1,3293 \text{Ln}(x_{Ch})$
Niestartyfikowane	<2	10	19,1	30	42,1	>42,1	$Y_{Ch} = -1,1252 + 0,0649 x_{Ch} + 0,6414 \text{ln}(x_{Ch})$
	>2	10,1	22,7	40,5	67,9	>67,9	$Y_{Ch} = -0,3334 + 0,2147 x_{Ch} - 0,0357 x_{Ch} * \text{ln}(x_{Ch})$

Jeżeli wartość współczynnika  $Y_{Ch}$  wyliczona z równania będzie mniejsza od 0, to w dalszych obliczeniach należy przyjąć 0, a jeśli większa od 5,0 – należy przyjąć 5,0.

### **Metriks „Biomasa ogólna”**

Aby wyznaczyć ten metriks potrzebne są wartości biomasy ogólnej fitoplanktonu (suma objętości komórek wszystkich taksonów) oszacowane w danym jeziorze w okresie wegetacyjnym (marzec/kwiecień-październik), przy czym pobór prób powinien obejmować obligatoryjnie optymalnie cztery terminy w roku (okres wiosennej miksji, wczesnego lata, późnego lata i jesieni). Biomasa ogólna fitoplanktonu powinna być oznaczana w próbie zintegrowanej ze strefy 0-5 m lub z epilimnionu, zależnie od pory roku).

Następnie należy wyliczyć:

1. średnią ze wszystkich stanowisk danego jeziora badanych w tym samym terminie
2. średnią z sezonu wegetacyjnego (średnia dla jeziora w całym okresie wegetacyjnym)
3. transformować średnią do wartości współczynnika biomasy  $Y_{Bm}$ , wg równania odpowiedniego dla typu abiotycznego badanego jeziora (Tab. 2)

**Tabela 2. Wartości graniczne koncentracji biomasy fitoplanktonu [mg/l] poszczególnych klas jakości wody oraz równania do obliczania wskaźnika biomasy fitoplanktonu ( $Y_{Bm}$ )**

Typ cyrkulacji	WS	Górna wartość graniczna koncentracji biomasy fitoplanktonu, właściwa dla klasy					Wzór do obliczenia wartości wskaźnika biomasy fitoplanktonu ( $Y_{Bm}$ )
		I	II	III	IV	V	
Stratyfikowane	<2	1,1	2,4	5,2	11,3	>11,3	$Y_{Bm} = 1,2900 \text{ Ln}(x_{Bm}) + 0,8727$
	>2	1,2	3,2	8,3	21,9	>21,9	$Y_{Bm} = 1,0325 \text{ Ln}(x_{Bm}) + 0,8135$
Niestartyfikowane	<2	1,8	4,6	11,6	29,3	>29,3	$Y_{Bm} = 1,0720 \text{ Ln}(x_{Bm}) + 0,3778$
	>2	1,9	5,3	14,5	29,1	>29,1	$Y_{Bm} = \frac{2,9511 + 0,0541 * X_{Bm} - 2,8344 / \sqrt{x_{Bm}}}{}$

Jeżeli wartość współczynnika  $Y_{Bm}$  wyliczona z równania będzie mniejsza od 0, to w dalszych obliczeniach należy przyjąć 0, a jeśli większa od 5,0 – należy przyjąć 5,0.

### **Metriks „Biomasa sinic”**

Aby wyznaczyć ten metriks potrzebne są wartości biomasy sinic ( $B_{CY}$ ) oraz wartości biomasy ogólnej fitoplanktonu ( $B_{PH}$ ).

Procedura wyliczania metriksa „Biomasa sinic” przebiega odmiennie w zależności od typu cyrkulacji jeziora.

#### **Jeziora stratyfikowane**

Oba wymienione powyżej parametry powinny być oszacowane z okresu stabilnej stratyfikacji letniej (druga połowa lipca - pierwsza połowa września), w próbie zintegrowanej z epilimnionu. Obowiązkowy jest przynajmniej jeden pobór prób w tym okresie.

Następnie należy wyliczyć dla obu parametrów:

1. średnie ze wszystkich stanowisk danego jeziora badanych w tym samym terminie
2. średnie z okresu letniego dla całego jeziora
3. transformować średnie do wartości współczynnika sinicowego  $Y_{CY}$ , wg równania odpowiedniego dla typu abiotycznego badanego jeziora (Tab. 3).

**Tabela 3. Wartości graniczne biomasy sinic [mg/l] poszczególnych klas jakości wody oraz równania do obliczania wskaźnika biomasy fitoplanktonu ( $Y_{Bm}$ ) dla jezior stratyfikowanych (\*gdyby stanowiły one 100% biomasy fitoplanktonu).**

Typ cyrkulacji	WS	Górna wartość graniczna koncentracji biomasy sinic właściwa dla klasy*					Wzór do obliczenia wartości wskaźnika biomasy sinic ( $Y_{CY}$ )
		I	II	III	IV	V	
stratyfikowane	<2	0,6	1,1	2,3	4,7	>4,7	$Y_{CY} = 1,4113 * \ln \left[ \frac{B_{CY} + B_{CY} * \left( \frac{B_{CY}}{B_{Ft}} \right)}{2} \right] + 1,8112$
	>2	0,8	1,9	4,8	12,1	>12,1	$Y_{CY} = 1,0898 * \ln \left[ \frac{B_{CY} + B_{CY} * \left( \frac{B_{CY}}{B_{Ft}} \right)}{2} \right] + 1,2835$

Jeżeli wartość współczynnika  $Y_{CY}$  wyliczona z równania będzie mniejsza od 0, to w dalszych obliczeniach należy przyjąć 0, a jeśli większa od 5,0 – należy przyjąć 5,0.

#### **Jeziora niestratyfikowane**

Oba wymienione powyżej parametry powinny być oszacowane z okresu od początku klimatycznego lata do początku klimatycznej jesieni (w Polsce, od 4 czerwca do 30 września), w próbie zintegrowanej z warstwy wody od 0 do maksymalnie 5 m głębokości. Obowiązkowy jest przynajmniej dwukrotny pobór prób w tym okresie.

Następnie należy wyliczyć dla obu parametrów:

4. średnie ze wszystkich stanowisk danego jeziora badanych w tym samym terminie
5. średnie z okresu letniego dla całego jeziora
6. transformować średnie do wartości współczynnika sinicowego  $Y_{CY}$ , wg równania odpowiedniego dla typu abiotycznego badanego jeziora (Tab. 4).

**Tabela 4. Wartości graniczne biomasy sinic [mg/l] poszczególnych klas jakości wody oraz równania do obliczania wskaźnika biomasy fitoplanktonu ( $Y_{Bm}$ ) dla jezior niestratyfikowanych**

Typ cyrkulacji	Górna wartość graniczna koncentracji biomasy sinic właściwa dla klasy					Wzór do obliczenia wartości wskaźnika biomasy sinic ( $Y_{CY}$ )
	I	II	III	IV	V	
niestratyfikowane	0,93	2,3	5,7	13,9	>13,9	$Y_{CY} = 1,1072 * \ln B_{CY} + 1,0803$

Jeżeli wartość współczynnika  $Y_{CY}$  wyliczona z równania będzie mniejsza od 0,1, to w dalszych obliczeniach należy przyjąć 0,1, a jeśli większa od 5,0 – należy przyjąć 5,0.

## Zasady integracji metryksów

Multimetriks fitoplanktonowy (PMPL) jest średnią z trzech wartości współczynników Y. Aby otrzymać jego wartość należy zastosować następujące wzory:

**Dla jezior stratyfikowanych:**

$$\text{PMPL} = [Y_{\text{Ch}} + Y_{\text{Bm}} + Y_{\text{CY}}]/3$$

**Dla jezior niestratyfikowanych:**

$$\text{PMPL} = [Y_{\text{Ch}} + Y_{\text{Bm}} + (0,5 * Y_{\text{CY}})]/2,5$$

Multimetriks PMPL może być transponowany do znormalizowanego ekologicznego współczynnika jakości (EQR) za pomocą poniższego równania.

$$\text{EQR} = -0.2 * \text{PMPL} + 1$$

Wartość końcowa kwalifikuje jezioro w określonym stanie ekologicznym wg granic klas przedstawionych w tabeli 5.

**Tabela 5 Zakresy wartości granicznych dla PMPL i odpowiadających mu wartości granicznych EQR wyznaczające pięć klas stanu ekologicznego.**

<b>PMPL</b>	<b>EQR</b>	<b>Stan ekologiczny jeziora</b>
<b>0-1,00</b>	0,8-1	bardzo dobry
<b>1,01-2,00</b>	0,6-0,8	dobry
<b>2,01-3,00</b>	0,4-0,6	umiarkowany
<b>3,01-4,00</b>	0,2-0,4	słaby
<b>4,01-5,00</b>	0-0,2	zły