

## Stare ecologica – elemente biologice: fitoplancton Rauri

### INDICATORI / INDICI PROPUȘI INITIAL

Pentru evaluarea stării corpurilor de apă pe baza fitoplanctonului s-a propus initial (a se vedea rapoartele anterioare) utilizarea indicatorilor / indicilor prezentați în tabelul 1. Ulterior având în vedere categoriile de date disponibile s-a selectat un pachet de 5 (cinci) indici pentru sistemele lotice la care se adaugă listele de specii corespunzătoare. Aceștia vor fi prezentați în acest material.

**Tabel 1. Indicatori propuși**

Nr. crt.	Stare trofica	Raspuns la stress
1	Concentratia de clorofila a	crește la eutrofizare
2	TSI chl	scazuta in cond. de turbiditate nealgala sau toxicitate
3	Nr. de taxoni	reduc (descrește)
4	Indici de diversitate: Simpson Shannon-Wiener,	reduc (descrește)
5	% taxoni dominanti	creșcut
6	% diatomee centrice	reduc (descrește)
7	Taxoni indicatori	raspund la diferiti stressori; relatii simple statistice
9	% cianobacterii / %alge verzi	creșcute in stare de eutrofizare
10	%diatomee / % crisoficee	scazut in conditii de eutrofizare
11	%Anabaena, % Aphanizomenon, Microcystis, %diatomee centrice	% creșcut de alge albastre verzi și coloniale verzi in stare de eutrofizare
12	Nr de infloriri	crește
13	Indice de saprobitate fitoplancton	crește la poluare
14	Biomasa	crește

### METODA DE LUCRU IN DETERMINAREA INTERVALELOR DE CLASE DE CALITATE SAU STARI ECOLOGICE PE BAZA FITOPLANCTONULUI

S-a optat pentru determinarea pe baze statistice a intervalelor de clase de calitate. Datorită tipurilor de date disponibile s-a utilizat metoda condițiilor de referință pentru determinarea scorurilor, respectiv a limitelor dintre stările ecologice.

Trebuie remarcat însă că această metodă are o serie de limitări care sunt generate în special de gradul mare de incertitudine al limitelor valorilor fiecărui parametru (sau/si indice) utilizat. Aceasta conduce la posibile încadrări eronate ale valorilor indicilor (parametrilor) determinați pentru stații/bazine/corpurile de apă specifice. Această afirmație are consecințe importante în gradul de încredere a rezultatelor și încadrărilor în clase de calitate.

Pe baza statisticii univariate au fost stabilite limitele pentru clasele de calitate sau stările ecologice pentru fitoplancton în cazul indicilor propusi, pentru fiecare tipologie în parte. Au fost stabilite limite pentru 20 de tipuri de rauri. Pentru cursurile de apă nepermanente nu s-au propus valori. La stabilirea valorilor pentru stările ecologice s-a ținut cont de datele avute la dispoziție (tabelul 2). În unele cazuri, unde nu au existat suficiente date, s-a recurs la propunerea unor valori prin agregarea tipurilor, prin realizarea unei medii între tipurile adiacente sau prin substituție.

**Tabel 2. Datele utilizate pentru cursuri de apă**

Tip	Datele utilizate
RO01	n=212
RO02	n=12
RO03	n=31
RO04	n=59
RO05	n=85
RO06	n=31
RO07	n=20
RO08	n=11
RO09	n=0; determinată ca medie între RO08 și RO10
RO10	n= 17
RO11	n=0
RO12	n=0; substituție
RO13	n=0; substituție
RO14	n=0; substituție
RO15	n=0; substituție
RO16	n=14

Pentru fiecare tip de curs de apă au fost propuse și valori ghid pentru starea de referință. Aceste valori sunt necesare pentru calcularea RCE.

Limitele intervalelor propuse în această etapă trebuie interpretate cu mare precauție pentru ca:

- a) au fost stabilite având la bază date furnizate de ANAR care au fost cu preponderanță din secțiunile de referință;
- b) în unele situații a fost utilizat un număr foarte mic de date disponibile;
- c) datele utilizate în analiză au reprezentat o perioadă relativ mică de timp;
- d) rezultatele au fost testate pe un număr redus de date din alte secțiuni.

Ca urmare a limitărilor impuse de calitatea datelor de intrare, precum și a predispoziției pentru erori, s-au selectat următorii indici pentru a fi utilizați într-o primă etapă în evaluarea stării de calitate a sistemelor acvatice lotice (rauri):

- I. Indice de saprobitate
- II. Concentrația de clorofilă
- III. Indicele de diversitate Simpson
- IV. Număr taxoni
- V. Abundența numerică (Bacillariophyceae)
- VI. Lista speciilor

Trebuie făcută precizarea că în sistemele lotice, în special în cele de ordin mic, **comunitatea fitoplanctonică nu este reprezentativă** pentru evaluarea stării ecologice și este utilizată pentru a furniza informații suplimentare/ ajutoare evaluării realizate pe baza celorlalte elemente biologice. Selectarea acestei comunități a fost cerința expresă a beneficiarului acestui studiu. Mențiuni cu privire la calitatea datelor au fost realizate în rapoartele precedente pe care va recomandăm să le considerați ca părți componente ale acestui demers.

Pentru o serie de tipuri de sisteme a fost realizată o grupare a acestora pentru zona de munte, zona colinară și zona de câmpie. Pe baza acestei grupări valorile limitelor atribuite tipurilor componente sunt asemănătoare. Acest lucru a fost realizat în special pentru sistemele în care numărul de date a fost insuficient pentru o interpretare statistică.

Se mentioneaza ca, au fost de asemenea utilizate si o serie de date ce fac parte din baza de date a Departamentului de Ecologie Sistemica si Sustenabilitate.

Se prezinta in continuare cateva detalii despre indicii propusi pentru fitoplancton.

## I. Indicele saprob

Sistemul saprobiilor elaborat de Kolkwitz si Marson (1908, 1909) si revizuit de Liebmann cuprinde un mare numar de specii ce caracterizeaza diferite grade de incarcare a apei cu materii organice biodegradabile.

In prezent, in Romania, metoda biologica utilizata pentru analiza fitoplanctonului raurilor este metoda Pantle - Buck (1955), in care autorii fac o clasificare a gradului de impurificare a apelor cu materii organice biodegradabile dupa sistemul saprobiilor.

In functie de gradul de saprobitate, indicatorilor biologici li se atribuie cate o valoare numerica (s):

- cei din zona oligosaproba au  $s = 1$
- cei din zona  $\beta$  - mezosaproba au  $s = 2$
- cei din zona  $\alpha$  - mezosaproba au  $s = 3$
- cei din zona polisaproba au  $s = 4$

S-a calculat indicele de saprobitate (S) folosind metoda Pantle Buck modificata:

$$S = \frac{\sum (s_i \times h_i)}{\sum h}$$

unde:

s = valoare numerica caracteristica apartenentei la zona saproba

h = abundenta numerica absoluta a indivizilor unui anumit taxon

i = taxon

Pentru evaluarea starii ecologice a cursurilor de apa se propun valori diferite ale indicelui saprob in functie de categoria tipologica. In functie de valorile indicelui saprob (S) si de valorile din tabelul 1, anexa 1, se face clasificarea in cele 5 stari ecologice.

***Pentru evaluarea starii ecologice a corpurilor de apa si pentru conformare se foloseste, in acest moment, indicele saprob calculat de ANAR.***

## II. Indicele de clorofila

Valorile determinate ale concentratiei de clorofila sunt comparate cu valorile din tabelul 2, anexa 1.

## III. Indicele de diversitate Simpson

Pentru calculul diversitatii fitoplanctonice se propune utilizarea indicelui de diversitate Simpson calculat dupa formula descrisa mai jos:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

unde,

pi = proportia speciei „i” in comunitate

s= nr. total de specii

Un exemplu pentru calcularea indicelui de diversitate este prezentat mai jos:

	specia (sp)x1	specia x2	specia x3	Suma (spx1, spx2, spx3)	
Abundenta numerica	60,00	40,00	2,00	102,00	102 indivizi
pi:	0,59	0,39	0,02	1,00	pi valorile trebuie sa insumeze 1.00
pi*pi	0,35	0,15	0,00	0,50	valoarea se scade din 1
<b>In acest caz valoarea indicelui Simpson (utilizand formula prezentata anterior) este</b>				<b>0,50</b>	

#### IV. Indicele “nr. taxoni”

Numarul de taxoni intalnit in fiecare statie.

#### V. Indicele abundenta numerica relativa

Abundenta numerica relativa a unei populatii este definita ca proportia reprezentata de numarul indivizilor unei specii sau unui grup fata de numarul total de indivizi apartinand tuturor speciilor din proba respectiva. In acest caz este vorba despre abundenta numerica a Bacillariophyceae-lor.

#### VI. Lista speciilor

Va fi disponibila o lista preliminara a speciilor fitoplanctonice pentru fiecare tip in parte.

#### PROPUNERE PENTRU UN INDICE MULTIMETRIC FITOPLANCTONIC

Pentru indicii selectionati s-a propus o ponderare a importantei acestora pentru comunitatea fitoplanctonica si pentru evaluarea starii ecologice, dupa cum urmeaza:

- **Indicele saprob** **20%**
- **Indicele clorofila** **25%**
- **Indicele de diversitate Simpson** **20%**
- **Indicele „numar taxoni”** **15%**
- **Indicele de abundenta numerica relativa** **20%**

Pentru fiecare indice in parte se calculeaza Rapoartele de Calitate Ecologica (RCE) pe baza valorii obtinute si a valorii ghid pentru starea de referinta corespunzatoare (fig.1). Se imparte intotdeauna valoarea mai mica la valoarea mai mare pentru un raport subunitar intre 0 si 1. Se prezinta un model de calcul (fig.2). Evaluarea starii ecologice a corpurilor de apa se face pe baza mediei anuale a indicelui multimetric, inclusiv pentru cele pentru care exista mai multe statii.

Nu se calculeaza indicele multimetric in situatia in care exista mai putin de 3 taxoni in proba. Presupunand ca nu este o eroare de prelevare, in aceste statii este o degradare a starii ecologice datorata poluarii. Pentru statiile si corpurile de apa corespunzatoare se noteaza stare ecologica proasta, fara sa se mai calculeze indicele multimetric.

Formula de calcul (varianta 1) pentru indicele multimetric fitoplanctonic in cazul raurilor este:

<b>Indice multimetric_auri</b>	$20\% * \text{saprob} + 25\% * \text{clorofila} + 20\% \text{diversitate Simpson} + 15\% \text{numar taxoni} + 20\% \text{abundenta numerica relativa}$
--------------------------------	---

In situatia in care nu exista date de clorofila se propune redistribuirea ponderilor pentru indicii selectionati, dupa cum urmeaza:

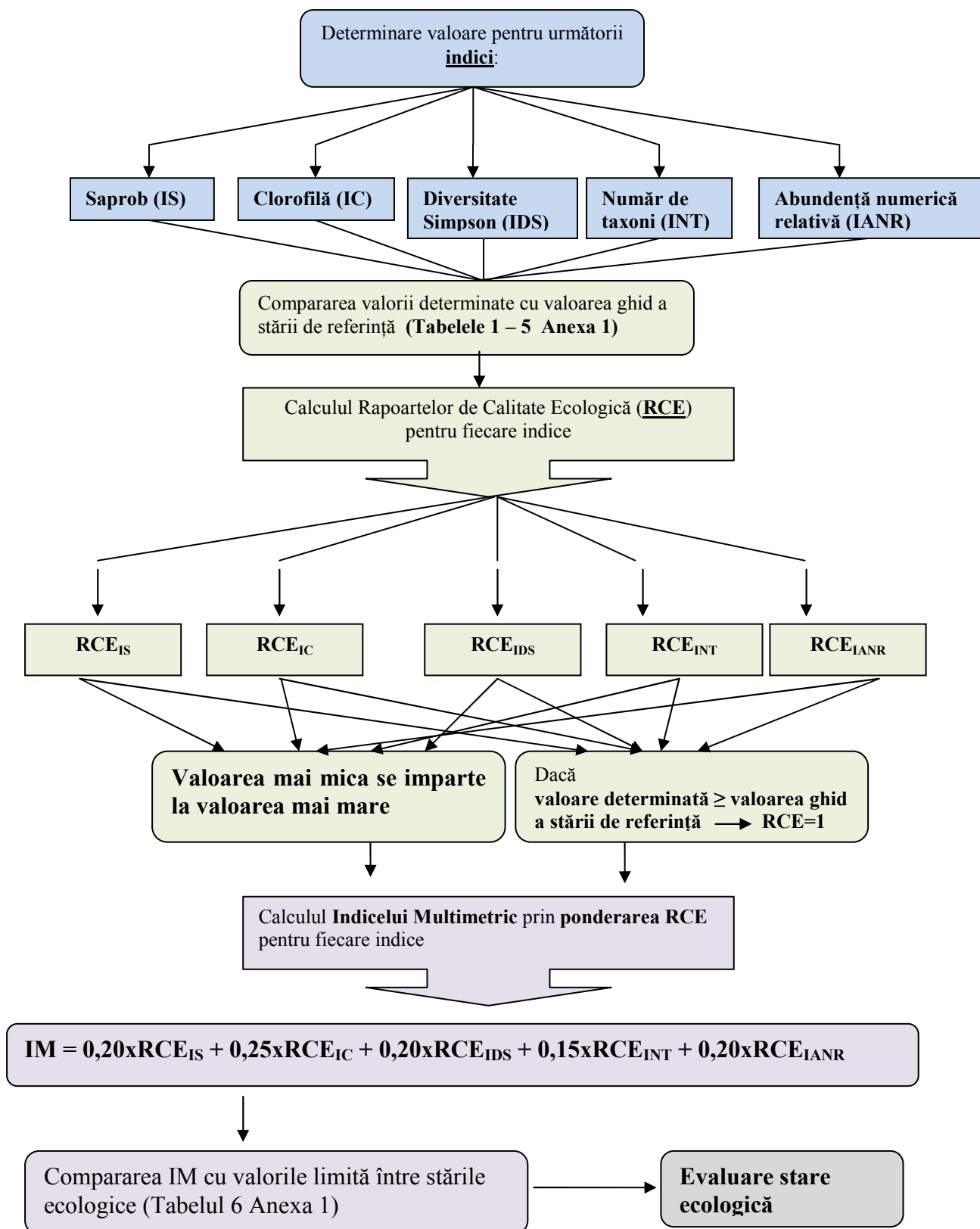
- **Indicele saprob** **30%**
- **Indicele de diversitate Simpson** **30%**
- **Indicele „numar taxoni”** **20%**
- **Indicele de abundenta numerica relativa** **20%**

iar formula de calcul (varianta 2) pentru indicele multimetric fitoplanctonic este (fig.3):

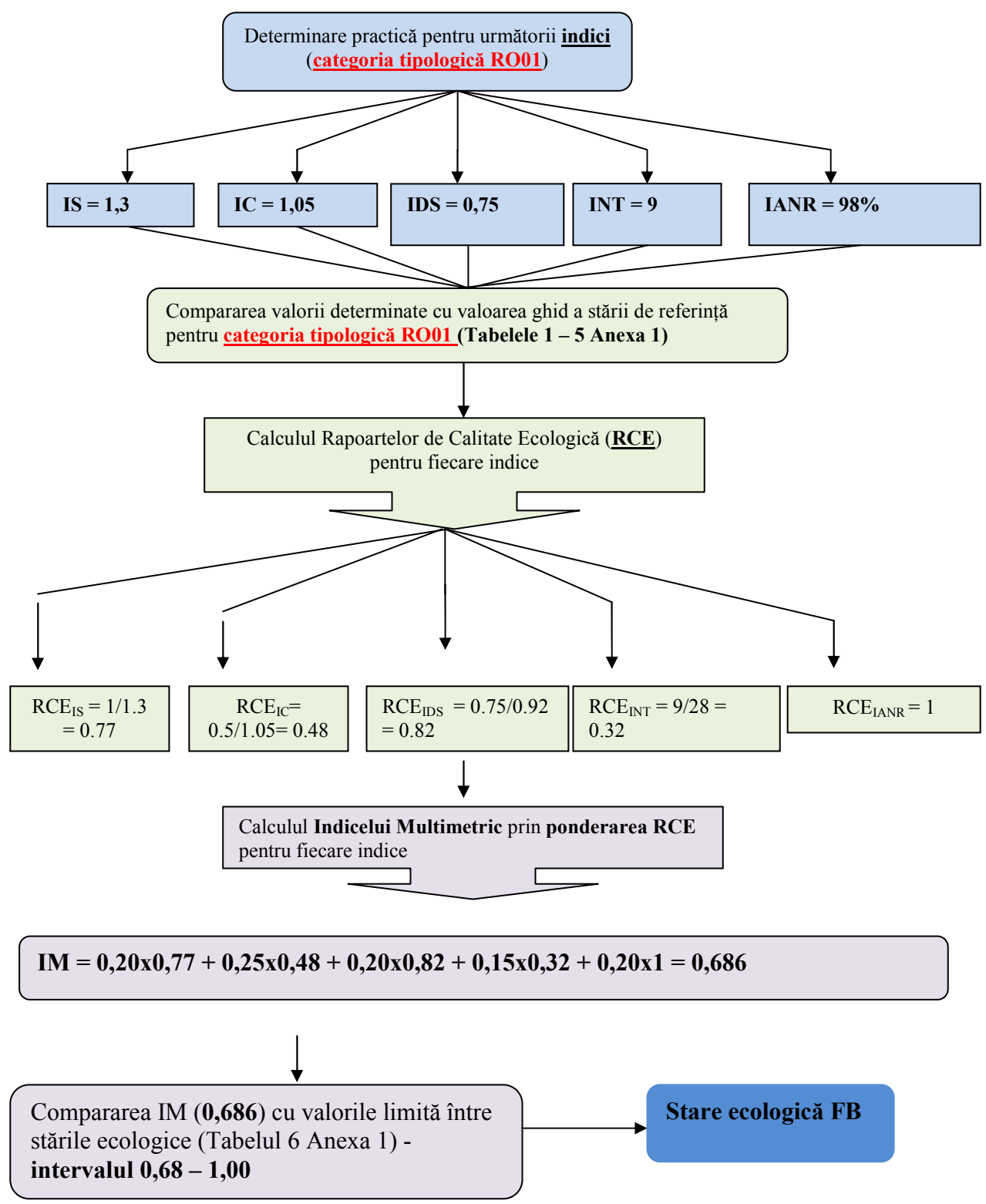
<b>Indice multimetric_auri</b>	$30\% \cdot \text{saprob} + 30\% \cdot \text{diversitate Simpson} + 20\% \cdot \text{numar taxoni} + 20\% \cdot \text{abundenta numerica relativa}$
--------------------------------	---

Valoarea indicelui multimetric va da starea ecologica care trebuie sa fie cuprinsa intre 0 si 1. Pentru incadrarea in cele 5 stari ecologice propuse de DCA se propune utilizarea tabelului 6 anexa 1.

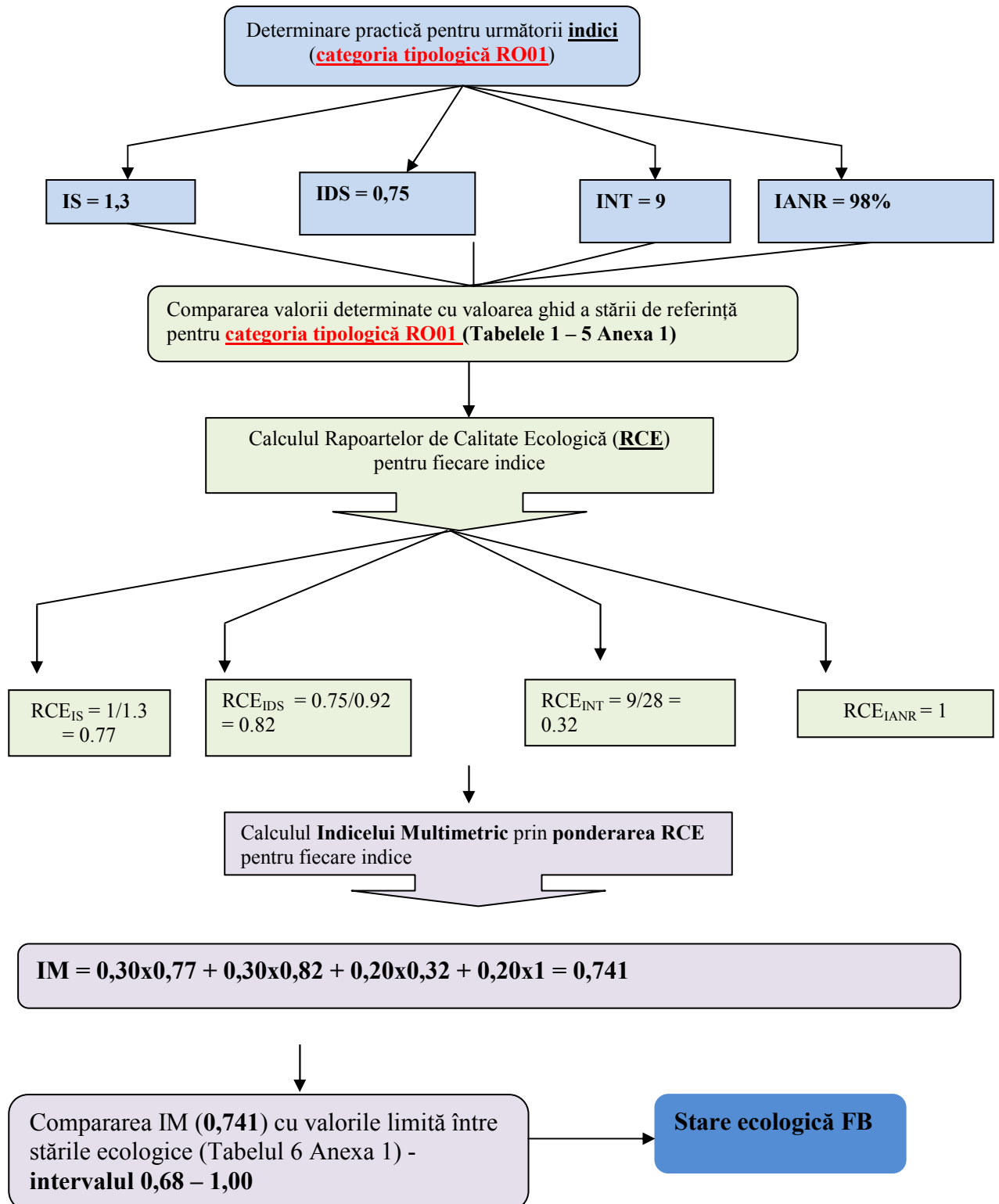
Fig. 1. Schemă de calcul al *Indicelui multimetric pentru fitoplancton – râuri*



**Fig. 2. Exemplu teoretic de calcul al *Indicelui multimetric pentru fitoplancton – varianta 1 râuri***



**Fig. 3. Exemplu teoretic de calcul al *Indicelui multimetric pentru fitoplancton – varianta 2 râuri***



**Tabel 1**  
**Valori propuse pentru indicele saprob fitoplancton**

Tip	Valoare ghid stare referinta (max.)	Stare ecologica f. buna (max.)	Stare ecologica buna (max.)	Stare ecologica moderata (max.)	Stare ecologica slaba (max.)	Stare ecologica proasta
RO01	1	1,285	1,57	1,75	2,83	> 2,83
RO02	1,1	1,81	1,86	1,92	1,97	> 1,97
RO03	1,15	2,03	2,08	2,13	2,18	> 2,18
RO04	1,15	2,17	2,28	2,39	2,5	> 2,50
RO05	1,2	2,07	2,15	2,22	2,3	> 2,3
RO06	1,66	1,7	2,3	2,5	3,16	> 3,16
RO06*	1.75	2.0	2.55	2.75	3.5	> 3.5
RO07	1,6	1,7	2,07	2,5	2,7	> 2,7
RO08	1,6	1,7	2	2,6	2,8	> 2.8
RO08*	1.75	2.0	2.55	2.75	3.5	> 3.5
RO09	1,73	1,84	2	2,64	2,9	> 2,9
RO10	1,86	1,93	2,16	2,6	2,9	> 2,9
RO11	1,76	1,98	2,31	2,64	2,93	> 2,93
RO12	2,2	2,3	2,5	2,7	3,3	> 3,3
RO13	2,2	2,35	2,53	2,77	3,2	> 3,2
RO14	2,2	2,35	2,53	2,77	3,2	> 3,2
RO15	2,2	2,35	2,58	2,83	3,3	> 3,3
RO16	1,36	2,33	2,46	2,58	2,71	>2,71

**Tabel 2**  
**Valori propuse pentru indicele clorofila**

Tip	Valoare ghid stare referinta (min.)	Stare ecologica f. buna (min.)	Stare ecologica buna (min.)	Stare ecologica moderata (min.)	Stare ecologica slaba (min.)	Stare ecologica proasta
RO01	0,50	1,16	1,55	1,93	2,32	> 2,32
RO02	0,50	1,16	1,55	1,93	2,32	>2,32
RO03	0,50	1,16	1,55	1,93	2,32	>2,32
RO04	0,50	1,16	1,55	1,93	2,32	>2,32
RO05	1,39	2,60	4,68	5,82	7,00	>7
RO06	2,65	3,66	5,39	7,51	10,50	>10,5
RO06*	7,30	7,57	8,03	13,73	23,33	>23,33
RO07	3,92	4,73	6,11	9,21	14,00	>14
RO08	5,19	5,80	6,83	10,91	17,50	>17,5
RO08*	7,30	7,57	8,03	13,73	23,33	>23,33
RO09	6,46	6,86	7,55	12,60	21,00	>21
RO10	7,30	7,57	8,03	13,73	23,33	>23,33
RO11	8,15	8,28	8,51	14,86	25,66	>25,66
RO12	9,00	9,00	9,00	16,00	28,00	>28
RO13	9,00	9,00	9,00	16,00	28,00	>28
RO14	9,00	9,00	9,00	16,00	28,00	>28
RO15	9,00	9,00	9,00	16,00	28,00	>28
RO16	8,15	8,28	8,51	14,86	25,66	>25,66

**Tabel 3**  
**Valori propuse pentru indicele de diversitate Simpson**

Tip	Valoare ghid stare referinta (min.)	Stare ecologica f. buna (min.)	Stare ecologica buna (min.)	Stare ecologica moderata (min.)	Stare ecologica slaba (min.)	Stare ecologica proasta
RO01	0,92	0,77	0,74	0,38	0,26	< 0,26
RO02	0,86	0,67	0,65	0,36	0,27	<0,27
RO03	0,95	0,67	0,65	0,5	0,46	< 0,46
RO04	0,91	0,79	0,75	0,47	0,38	< 0,38
RO05	0,95	0,73	0,72	0,34	0,22	<0,22
RO06	0,92	0,86	0,81	0,37	0,23	<0,23
RO06*	0,89	0,69	0,54	0,34	0,28	<0,28
RO07	0,9	0,77	0,74	0,43	0,33	<0,33
RO08	0,89	0,68	0,67	0,49	0,44	<0,44
RO08*	0,89	0,69	0,54	0,34	0,28	<0,28
RO09	0,89	0,685	0,605	0,42	0,36	<0,36
RO10	0,89	0,69	0,54	0,34	0,28	<0,28
RO11	0,89	0,49	0,42	0,19	0,12	<0,12
RO12	0,88	0,85	0,71	0,37	0,26	<0,26
RO13	0,88	0,85	0,71	0,37	0,26	<0,26
RO14	0,88	0,85	0,71	0,37	0,26	<0,26
RO15	0,88	0,85	0,71	0,37	0,26	<0,26
RO16	0,87	0,66	0,63	0,53	0,5	< 0,5

**Tabel 4**  
**Valori propuse pentru indicele numar taxoni**

Tip	Valoare ghid stare referinta (min.)	Stare ecologica f. buna (min.)	Stare ecologica buna (min.)	Stare ecologica moderata (min.)	Stare ecologica slaba (min.)	Stare ecologica proasta
RO01	28	10	8	4	3	<1
RO02	12	8	7	3	3	<2
RO03	30	10	8	6	5	<5
RO04	21	10	9	7	6	<6
RO05	42	10	9	6	2	<2
RO06	24	11	10	8	4	<4
RO06*	13	6	5	4	2	<2
RO07	18	8	7	6	3	<2
RO08	13	6	5	4	2	<2
RO08*	13	6	5	4	2	<2
RO09	13	6	5	4	2	<2
RO10	13	6	5	4	2	<2
RO11	26	10	7	5	3	<3
RO12	14	10	8	5	1	<1
RO13	14	10	8	5	1	<1
RO14	14	10	8	5	1	<1
RO15	14	10	8	5	1	<1
RO16	23	15	8	5	2	<2

**Tabel 5 Valori propuse pentru indicele bazat pe abundenta numerica relativa (proportia reprezentata de Bacillariophyceae)**

Tip	Valoare ghid stare referinta (max.) (%)	Stare ecologica f. buna (max.) (%)	Stare ecologica buna (max.) (%)	Stare ecologica moderata (max.) (%)	Stare ecologica slaba (max.) (%)	Stare ecologica proasta (%)
RO01	100	97,5	95	65,5	36	>36
RO02	100	97,5	95	65,5	36	>36
RO03	100	97,5	95	65,5	36	>36
RO04	100	97,5	95	65,5	36	>36
RO05	100	95	90	72	54	>54
RO06	77	63,5	50	35	20	>20
RO06*	77	63,5	50	35	20	>20
RO07	77	63,5	50	35	20	>20
RO08	77	63,5	50	35	20	>20
RO08*	77	63,5	50	35	20	>20
RO09	77	63,5	50	35	20	>20
RO10	77	63,5	50	35	20	>20
RO11	77	63,5	50	35	20	>20
RO12	100	95	90	72	65	>65
RO13	100	95	90	72	65	>65
RO14	100	95	90	72	65	>65
RO15	100	95	90	72	65	>65
RO16	90	69,5	49	31,5	14	>14

**Tabel 6 Valori propuse pentru indicele multimetric- sisteme lotice**

Tip	Stare ecologica f. buna (max.) (%)	Stare ecologica buna (max.) (%)	Stare ecologica moderata (max.) (%)	Stare ecologica slaba (max.) (%)	Stare ecologica proasta (%)
RO01	0,68	0,60	0,41	0,27	<0,27
RO02	0,68	0,63	0,43	0,34	<0,34
RO03	0,61	0,56	0,44	0,35	<0,35
RO04	0,65	0,60	0,45	0,34	<0,34
RO05	0,63	0,55	0,40	0,32	<0,31
RO06	0,80	0,64	0,44	0,30	<0,30
RO06*	0,82	0,71	0,49	0,34	<0,34
RO07	0,80	0,67	0,47	0,34	<0,34
RO08	0,80	0,69	0,49	0,36	<0,36
RO08*	0,82	0,71	0,49	0,34	<0,34
RO09	0,81	0,71	0,49	0,35	<0,35
RO10	0,82	0,71	0,49	0,34	<0,34
RO11	0,76	0,66	0,43	0,30	<0,30
RO12	0,76	0,66	0,43	0,30	<0,30
RO13	0,76	0,66	0,43	0,30	<0,30
RO14	0,76	0,66	0,43	0,30	<0,30
RO15	0,76	0,66	0,43	0,30	<0,30
RO16	0,77	0,61	0,49	0,41	<0,40