



METODOLOGIJA VREDNOTENJA EKOLOŠKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI MAKROALG




Irena Majcen

MINISTRICA

Ljubljana, maj 2016

KAZALO VSEBINE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | VZORČENJE MAKROALG NA SKALNATEM DNU | 4 |
| 1.1 | Čas vzorčenja | 4 |
| 1.2 | Izbira in velikost mesta vzorčenja..... | 4 |
| 1.3 | Oprema in material za vzorčenje makroalg..... | 5 |
| 1.4 | Metoda vzorčenja..... | 5 |
| 2 | LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV MAKROALG..... | 6 |
| 2.1 | Oprema in material za laboratorijsko obdelavo makroalg..... | 6 |
| 2.2 | Sortiranje in taksonomsko določanje vzorcev..... | 6 |
| 2.3 | Ugotavljanje pokrovnosti taksonov..... | 7 |
| 2.4 | Označevanje, zapisovanje v bazo podatkov | 7 |
| 3 | VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI MAKROALG | 8 |
| 3.1 | Vrednotenje ekološkega stanja obalnega morja na podlagi makroalg - modul trofičnost | 9 |
| 3.1.1 | IZRAČUN INDEKSA VREDNOTENJA EKOLOŠKEGA STANJA EEI-c..... | 9 |
| 3.1.2 | NORMALIZACIJA METRIKE EEI-c | 12 |
| 3.1.3 | UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU TROFIČNOST | 13 |
| 3.1.4 | IZRAČUN VREDNOSTI RAZMERJA EKOLOŠKE KAKOVOSTI PO MODULU TROFIČNOST NA PODLAGI MAKROALG IN UVRSTITEV VODNEGA TELESA OBALNEGA MORJA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU TROFIČNOST ZA IZBRANO OBDOBJE..... | 14 |
| 3.2 | Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles obalnega morja v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa makroalge | 15 |
| 4 | VIRI | 16 |
| 5 | PRILOGE..... | 18 |

SLOVAR UPORABLJENIH IZRAZOV

metrika oz. indeks - merljiv del ali proces biološkega sistema, ki se spreminja z velikostjo obremenitve

modul – predstavlja vrsto obremenitve, katere vpliv na združbe vodnih organizmov (biološke elemente kakovosti) se vrednoti z izbranimi metrikami oziroma indeksi

normalizacija metrik – izračun razmerja ekološke kakovosti za posamezno metriko oz. indeks

razmerje ekološke kakovosti – razmerje med ugotovljeno vrednostjo metrike oz. indeksa na izbranem mestu vzorčenja in referenčno vrednostjo metrike oz. indeksa ob upoštevanju spodnje meje

referenčna vrednost – vrednost biološke metrike oz. indeksa v referenčnih razmerah, ki predstavlja izhodišče za izračunavanje razmerja ekološke kakovosti

referenčne razmere – razmere, ki predstavljajo vrednosti metrik oz. indeksov pri zelo dobrem ekološkem stanju

spodnja meja – vrednost biološke metrike oz. indeksa v zelo spremenjenih razmerah

transformacija metrik – transformacija vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) metrike oz. indeksa; izbor transformacijske enačbe je odvisen od vrednosti REK

1 VZORČENJE MAKROALG NA SKALNATEM DNU

1.1 Čas vzorčenja

Makroalge na skalnatem dnu se vzorči dvakrat letno: v spomladanskem času (maj – junij) in konec poletja (avgust - september).

1.2 Izbira in velikost mesta vzorčenja

Vzorčenje biološkega elementa makroalge se večinoma izvaja v obalnem morju tipa OM M1, kjer je v obalnem pasu prevladujoče skalnato dno. Vendar pa vzorčenje lahko poteka tudi v obalnem morju tipa OM M3 (kjer ob obali prevladuje sediment), če v vodnih telesih tega tipa trda podlaga (tudi če alohtona) pokriva vsaj 20 % obalne črte ali obalnih voda (do globine 4-5 m).

Na odsekih s skalnatim dnem se obalno črto razdeli na dolžinske segmente glede na poznane in možne obremenitve (pomorski promet, marikultura, komunalne odpadke, marine, industrija, kmetijstvo, itd.) ter geomorfologijo obale in morskega dna (Lipej in sod., 2007). Glede na število obremenitev se izbere različno število dolžinskih segmentov. Načeloma pa velja, da se na posameznem vodnem telesu izbere od 2 do 5 segmentov.

Na vsakem dolžinskem segmentu se nato izbere mesto vzorčenja v velikosti 10 m x 10 m. Na dolžinskih segmentih, kjer je kamnit infralitoralni pas širok, je priporočljivo vzorčenje na globini med 2 in 4 metri. Na dolžinskih segmentih, kjer je v tem globinskem intervalu že sedimentno dno, se lahko vzorči tudi na 1 m globine. Na vsakem mestu vzorčenja se pobere po tri paralelke.

V slovenskem morju se pojavljajo trije habitatni tipi, v katerih je priporočljivo vzorčenje makroalg (razvrstitev habitatov po EUNIS; EEA, 2004):

- a) A3.2 Kamniti infralitoral zmerno izpostavljen valovanju in/ali tokovanju in plimovanju;
- b) A3.3 Kamniti infralitoral zaščiten pred valovanjem in/ali tokovanjem in plimovanjem;
- c) A5.5 - A5.53 Obalni travniki kritosemenk z dominantnimi makroalgami na kamnih.

1.3 Oprema in material za vzorčenje makroalg

Oprema za vzorčenje makroalg

- plovilo,
- avtonomna potapljaška oprema,
- kovinski kvadrat 20 cm x 20 cm,
- strgalo,
- podvodna tablica in pisalo,
- vodoodporno pisalo (svinčnik in flomaster),
- zvezek in pisalo,
- podvodna fotografska oprema,
- plastične posode za prenos vzorcev.

Material za vzorčenje makroalg

- plastične vrečke (3 – 5 litrske),
- vezice (plastične spojke).

1.4 Metoda vzorčenja

Vzorčenje poteka tako, da se na dno položi kvadrat 20 × 20 cm (400 cm²), kar predstavlja eno paralelko. Ta površina velja za minimalno površino vzorčenja za sredozemske infralitoralne združbe (Montesanto in Panayotidis, 2001). Površino znotraj kvadrata se slika s podvodnim fotoaparatom, preden se vzorec pobere.

Iz površine znotraj kvadrata se s strgalom postrga vso floro do trdne podlage. Vse nastrgane alge znotraj enega okvirja se začasno shrani v plastični vrečki, ki je bila predhodno označena z vodoodpornim pisalom (mesto vzorčenja, številka paralelke, datum vzorčenja). Na vsakem mestu vzorčenja se pobere po tri paralelke. Na podvodno tablico se zapiše globino vsake paralelke.

Na obali/palubi se na terenski list zapiše osnovne podatke o vzorčenju: mesto vzorčenja, lokacija, datum, metodika, globine, delovna ekipa (vzorčevalci, fotografi,...), prepoznane ali potencialne obremenitve na obravnavanem območju in morebitna druga opažanja.

Opozorilo:

Delo na ladji, v vodi ali ob vodi je lahko nevarno. Upoštevati je treba vremenske okoliščine in stanje morja ter ravnati temu primerno.

Osebe, udeležene pri izvedbi del opisanih v tem dokumentu, morajo obvladati splošna pravila varnega dela na terenu in v laboratoriju.

2 LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV MAKROALG

2.1 Oprema in material za laboratorijsko obdelavo makroalg

Oprema za obdelavo makroalg

- plastične banjice velikosti vsaj 20 cm x 20 cm
- plastične in steklene posode za shranjevanje vzorcev
- petrijeve posodice
- pincete za prebiranje vzorcev
- stereolupa
- mikroskop
- določevalni ključi
- prostor za delo z vzorci shranjenimi v formaldehidu ali etanolu
- prostor za shranjevanje vzorcev
- zvezek in pisalo

Material za obdelavo makroalg

- lateks rokavice
- formalin
- etanol
- papirnate brisače
- paus papir za označevanje vzorcev
- morska voda

2.2 Sortiranje in taksonomsko določanje vzorcev

Po prihodu iz terena se še sveže vzorce makroalg pregleda v laboratoriju. Taksonomsko določanje poteka s pomočjo binokularne lupe in mikroskopa.

Makroalge se določa do rodu oziroma, kjer je možno, do vrste natančno. V času določanja se vzorci hranijo v hladilniku.

Za določanje taksonov se uporabljajo naslednji ključi in sezname: Ercegović (1952), Giaccone (1973), Gallardo *in sod.* (1993), Battelli (1996, 1997, 2000), Bressan in Babbini (2003), Ribera *in sod.* (1992), Gómez Garreta *in sod.* (2001), Sfriso (2010, 2011).

Pregledane taksone se shrani v vodoodporni plastični posodi primerne velikosti v 5% raztopini nevtraliziranega formaldehida ali 70% raztopini etanola. V posodo se doda etiketo iz paus papirja, opremljeno s podatki o vzorcu. Izjema so vzorci koraligenih alg, ki se jih le posuši na zraku, preden se jih shrani v primerno označene posode.

2.3 Ugotavljanje pokrovnosti taksonov

Za vsako določeno vrsto se z vertikalno projekcijo steljk na površino kvadrata oceni pokrovnost. Na dno banjice se s svinčnikom nariše kvadrat velikosti 20 cm x 20 cm, razdeljen na kvadratke velikosti 2 cm x 2 cm (4 cm²). Banjico se napolni z vodo, nato se vanjo ločeno razporedi steljke posamezne vrste tako, kot rastejo v naravnem okolju. Razporeditev steljk se preveri na podvodnih fotografijah paralelke posameznega vzorca. Za vsak takson se določi, koliko kvadratkov (4 cm²) pokriva. Upošteva se samo tiste vrste, ki pokrivajo vsaj 1% površine (4 cm²) (Panayotidis *in sod.*, 2004). Za vsako paralelko se pokrovnost taksonov izračuna posebej. Skupna pokrovnost posamezne paralelke lahko presega 100 %.

2.4 Označevanje, zapisovanje v bazo podatkov

Podatke iz terenskega lista se prepíše v računalniško bazo vzorcev. Posameznemu vzorcu se doda specifično kodo, ki ga natančneje označuje.

3 VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI MAKROALG

Vrednotenje ekološkega stanja v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/EC) predstavlja ugotavljanje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema v primerjavi z naravnimi – referenčnimi razmerami. Glede na ekološko kakovost se razvrsti ekosistem oz. vodno telo v enega od 5 razredov kakovosti ekološkega stanja (preglednica 1).

Preglednica 1: Razredi kakovosti ekološkega stanja

| Razred kakovosti – ekološko stanje |
|------------------------------------|
| Zelo dobro |
| Dobro |
| Zmerno |
| Slabo |
| Zelo slabo |

Eden izmed bioloških elementov za vrednotenje ekološkega stanja v obalnem morju so makroalge in kritosemenke. V skladu z odločitvami ekspertov, ki so sodelovali v procesu interkalibracije sistemov ocenjevanja ekološkega stanja obalnih voda v Sredozemskem morju (MED-GIG, 2007), se med kritosemenkami upošteva le pozejdonka (*Posidonia oceanica* (L.) Delile). Danes je v Tržaškem zalivu navzoč le še en travnik pozejdonke v bližini ceste, ki iz Žusterne vodi proti Izoli, kjer raste v obliki večjih ali manjših »otočkov« (Turk in Vukovič, 1998). Ker je travnik le 1 km dolg (Vukovič in Turk, 1995), je bilo določeno, da ocena stanja tega travnika ne more biti relevantna za oceno ekološkega stanja vodnih teles in obalnega morja. Zaradi tega smo v Sloveniji testirali, sprejeli in interkalibrirali le metodologijo za vrednotenje ekološkega stanja na podlagi makroalg.

Na podlagi makroalg vrednotimo ekološko stanje obalnega morja po modulu trofičnost.

3.1 Vrednotenje ekološkega stanja obalnega morja na podlagi makroalg - modul trofičnost

Pri oceni stanja makroalg v infralitoralu po modulu trofičnost se uporablja Indeks vrednotenja ekološkega stanja (EEI) (Orfanidis in sod., 2001). Leta 2011 so avtorji indeks izboljšali tako, da sedaj ocenjuje stanje v ekosistemu z neprekinjenimi števili – od tod ime **EEI-c** oziroma EEI neprekinjena formula (continuous formula) (Orfanidis in sod., 2011). EEI-c temelji na podrobnejši razdelitvi rodov alg v ekološke razrede (ESG: Ecological State Groups). Po novem je prvi razred ESG I razdeljen v tri podrazrede (IA, IB in IC), drugi razred ESG II pa v dva podrazreda (IIA in IIB).

EEI-c je biološka metrika, ki se uporabi za modul obremenjenosti obalnega morja s hranili (trofičnost).

Zaporedje korakov za pravilno vrednotenje ekološkega stanja z biološkim elementom makroalge po modulu trofičnost je naslednje:

- a) izračun Indeksa vrednotenja ekološkega stanja EEI-c,
- b) normalizacija metrike EEI-c,
- c) uvrstitev mesta vzorčenja v razred ekološkega stanja po modulu trofičnost in
- d) izračun vrednosti razmerja ekološke kakovosti po modulu trofičnost na podlagi makroalg in uvrstitev vodnega telesa obalnega morja v razred ekološkega stanja po modulu trofičnost za izbrano obdobje.

3.1.1 IZRAČUN INDEKSA VREDNOTENJA EKOLOŠKEGA STANJA EEI-c

Za izračun EEI-c indeksa se v prvem koraku razporedi vse prepoznane rodove makroalg v ekološke razrede (Orfanidis in sod., 2011). V ESG I se uvrščajo vrste, ki rastejo počasi in imajo dolgo vegetacijsko dobo. Za uvrščanje v podrazrede IA, IB in IC se upošteva njihova prilagodljivost na svetlobne razmere. V ESG II se uvrščajo vrste, ki hitro rastejo in imajo kratko vegetacijsko dobo oz. oportunistične. Za uvrščanje v podrazrede IIA in IIB se upošteva njihova stopnja rasti (Orfanidis in sod., 2011). Seznam taksonov in njihova razporeditev v ekološke podrazrede sta prikazana v prilogi A. Pri samem vzorčenju se lahko pojavijo tudi posamezni taksoni kritosemenk, ki se prav tako upoštevajo pri izračunu.

Pri vrednotenju ekološkega stanja ni pomembno le število taksonov iz prvega in drugega ekološkega razreda, ampak tudi pokrovnost (%) posameznih taksonov makroalg iz ESG I in II.

Za končni rezultat pokrovnosti ekoloških razredov ESG I in II v eni paralelki je potrebno uporabiti enačbi 1 in 2.

Enačba 1: Pokrovnost ekološkega razreda ESG I

$$ESG I (\% \text{ pokrovnost}) = [(\sum IA * 1) + (\sum IB * 0,8) + (\sum IC * 0,6)]$$

Enačba 2: Pokrovnost ekološkega razreda ESG II

$$ESG II (\% \text{ pokrovnost}) = [(\sum IIA * 0,8) + (\sum IIB * 1)]$$

Da bi se izognili diskretnim skokom na mejah med vnaprej določenimi ekološkimi kategorijami, je bil EEI-c opredeljen kot neprekinjena funkcija (Orfanidis in sod., 2011). Hiperbolični model je bil razvit s približevanjem vrednosti indeksa (slika 1). Sestavljen je iz dveh nelinearnih oblik (parabolični funkciji) - ESG I (x os) in ESG II (y os) in iz enega interakcijskega izraza (hiperbolična funkcija). Ker osi predstavljajo pokrovnost v odstotkih, se EEI-c lahko določi preko drugega polinomskega reda (enačba 3).

Enačba 3: Vmesni izračun indeksa EEI-c

$$p(x,y) = a + b * \left(\frac{x}{100}\right) + c * \left(\frac{x}{100}\right)^2 + d * \left(\frac{y}{100}\right) + e * \left(\frac{y}{100}\right)^2 + f * \left(\frac{x}{100}\right) * \left(\frac{y}{100}\right)$$

kjer je:

x = rezultat za ESG I po enačbi 1,

y = rezultat za ESG II po enačbi 2,

a, b, c, d, e in f so fiksne vrednosti (koeficienti hiperbole) in sicer:

a = 0,4680,

b = 1,2088,

c = -0,3583,

d = -1,1289,

e = 0,5129,

f = -0,1869.

Če je vrednost p(x,y) negativna, jo popravimo na vrednost 0. Nadalje, zato, da se p(x,y) vrednost ohrani pod 1, se p(x,y) vrednost vnese v enačbo 4. Končna EEI-c vrednost je med 2 in 10.

Enačba 4: Izračun indeksa EEI-c za posamezno paralelko

$$EEI-c_j = 2 + 8 * \min\{1, p(x, y)\}$$

kjer je:

EEI-c_j – vrednost indeksa EEI-c za *j*-to paralelko.

Po zgoraj opisanemu postopku dobimo EEI-c vrednost za posamezno paralelko. Za končni EEI-c rezultat posameznega vzorca je potrebno izračunati povprečje treh EEI-c vrednosti oz. paralelek (enačba 5).

Enačba 5: Izračun indeksa EEI-c za posamezen vzorec

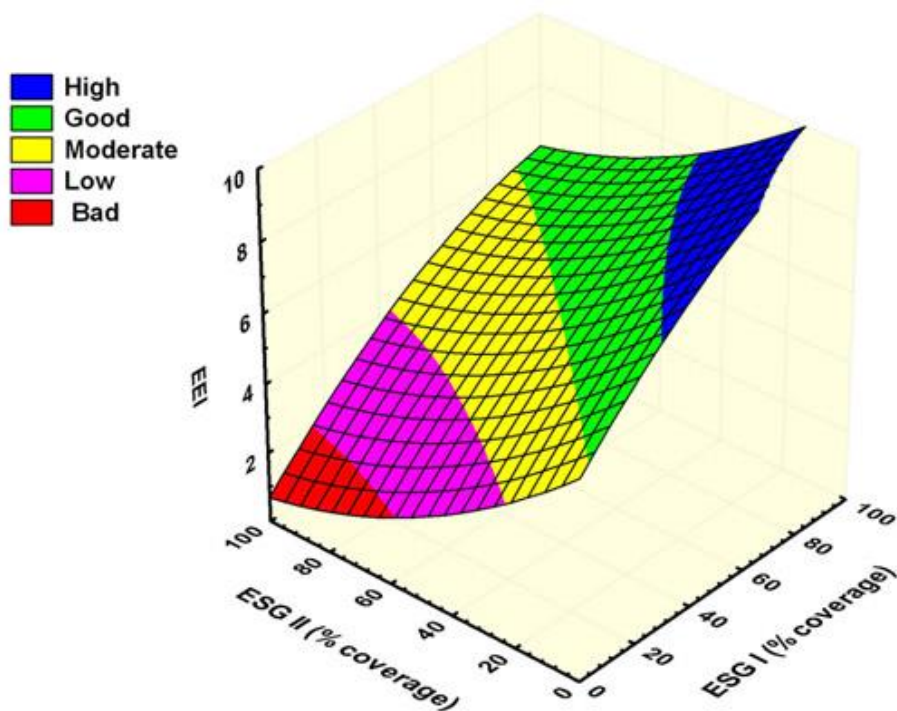
$$EEI-c_v = \frac{\sum_{j=1}^n EEI-c_j}{n}$$

kjer je:

EEI-c_v – vrednost indeksa EEI-c za *v*-ti vzorec,

EEI-c_j – vrednost indeksa EEI-c za *j*-to paralelko,

n – število paralelek v vzorcu.



Slika 1: Prikaz EEI-c hiperbolične funkcije (po Orfanidis in sod., 2011)

3.1.2 NORMALIZACIJA METRIKE EEI-c

Za normalizacijo vrednosti EEI-c indeksa se uporabi enačbo 6, ki predstavlja razmerje ekološke kakovosti EEI-c. Enako enačbo normalizacije se uporabi v vseh stopnjah klasifikacije v razrede ekološkega stanja na podlagi makroalg.

Enačba 6: Normalizacija - izračun REK za indeks EEI-c

$$EEI-c_{REK} = 1,25 * \left(\frac{EEI-c}{RC} \right) - 0,25$$

kjer je:

EEI-c_REK = razmerje ekološke kakovosti indeksa EEI-c (za posamezen vzorec, za vodno telo),

EEI-c = vrednost indeksa EEI-c (za posamezen vzorec, za vodno telo),

RC = referenčna vrednost (RC=10).

3.1.3 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU TROFIČNOST

Mesto vzorčenja se uvrsti v razred ekološkega stanja na podlagi enega biološkega vzorca tako, da se vrednost EEI-c_REKv biološkega vzorca primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti, ki so prikazane v preglednici 2.

Ker pa je v posameznem letu priporočeno izvesti vsaj dve vzorčnji, se izračuna najprej letno povprečje vrednosti indeksa EEI-c za posamezno mesto vzorčenja (enačba 7) in nato se iz povprečja izračuna REK vrednosti Indeksa vrednotenja ekološkega stanja. Dobljeno vrednost se nato primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti (preglednica 2). Podane mejne vrednosti za EEI-c in REK so sprejele vse sredozemske države članice EU, ki uporabljajo EEI-c.

Enačba 7: Izračun indeksa EEI-c za mesto vzorčenja za posamezno leto

$$EEI-c_i = \frac{\sum_{v=1}^n EEI-c_v}{n}$$

kjer je:

EEI-c_i – vrednost indeksa EEI-c za *i*-to mesto vzorčenja za posamezno leto,

EEI-c_v – vrednost indeksa EEI-c za *v*-ti vzorec,

n – število vzorcev v posameznem letu.

Preglednica 2: Razpon EEI-c in vrednosti REK za posamezne razrede kakovosti (MED-GIG, 2013)

| Razred kakovosti – ekološko stanje | Razpon EEI-c | Razpon EEI-c_REK |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Zelo dobro | 10 ≥ EEI-c ≥ 8,09 | 1 ≥ REK ≥ 0,76 |
| Dobro | 8,09 > EEI-c ≥ 5,84 | 0,76 > REK ≥ 0,48 |
| Zmerno | 5,84 > EEI-c ≥ 4,04 | 0,48 > REK ≥ 0,25 |
| Slabo | 4,04 > EEI-c ≥ 2,34 | 0,25 > REK ≥ 0,04 |
| Zelo slabo | 2,34 > EEI-c | 0,04 > REK |

3.1.4 IZRAČUN VREDNOSTI RAZMERJA EKOLOŠKE KAKOVOSTI PO MODULU TROFIČNOST NA PODLAGI MAKROALG IN UVRSTITEV VODNEGA TELESA OBALNEGA MORJA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU TROFIČNOST ZA IZBRANO OBDOBJE

Za uvrstitev vodnega telesa za posamezno leto v razred ekološkega-trofičnega stanja po modulu trofičnost je treba upoštevati naslednje korake:

- Kot je opisano v poglavju »vzorčenje makroalg na skalnatem dnu«, so na vodnem telesu mesta vzorčenja razporejena po dolžinskih segmentih. Dolžine reprezentativnih kamnitih segmentov za posamezno mesto vzorčenja se določijo ob izbiri mest vzorčenj za posamezno leto.
- Dolžino posameznega segmenta je treba pomnožiti z izračunano vrednostjo EEI-c_i pripadajočega mesta vzorčenja (letno povprečje), ki označuje ta del obalnega morja. Na ta način se dobi utežene vrednosti EEI-c za posamezen dolžinski segment. Seštevek uteženih EEI-c vrednosti vseh dolžinskih segmentov na vodnem telesu, se deli s skupno dolžino kamnite obalne črte, tako se dobi končno uteženo vrednost EEI-c (enačba 8).

Enačba 8: Izračun EEI-c za vodno telo za posamezno leto

$$EEI-c_{VT} = \frac{\sum_{i=1}^n (EEI-c_i * d_i)}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

kjer je:

EEI-c_{VT} – vrednost indeksa EEI-c za vodno telo za posamezno leto,

EEI-c_i – vrednost indeksa EEI-c za *i*-to mesto vzorčenja za posamezno leto,

d_i – dolžina segmenta kamnite obale z *i*-tim mestom vzorčenja,

n – število mest vzorčenja v vodnem telesu.

- Na podlagi vrednosti EEI-c_{VT} se izračuna EEI-c_REK vrednost po enačbi 6 (normalizacija vrednosti). Ta vrednost (EEI-c_REK_i) se upošteva kot vrednost modula trofičnost za vodno telo obalnega morja za posamezno leto.
- Dobljeno vrednost po modulu trofičnost (EEI-c_REK vrednost) se primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti, ki so prikazane v preglednici 2, in tako uvrsti vodno telo za posamezno leto v razred ekološkega stanja po modulu trofičnost.

Za izračun vrednosti po modulu trofičnost na podlagi makroalg za izbrano obdobje (npr. obdobje načrta upravljanja voda) je potrebno izračunati povprečje letnih vrednosti EEI-c_REK_i po enačbi 9. Izračunano vrednost se nato primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti v preglednici 2, in tako uvrsti vodno telo za izbrano obdobje v razred ekološkega stanja po modulu trofičnost.

Enačba 9: Izračun modula trofičnosti na podlagi makroalg za vodno telo obalnega morja za izbrano obdobje

$$OM_{MA_{Tro}} = \frac{\sum_{l=1}^m EEI-c_{REK_l}}{m}$$

kjer je:

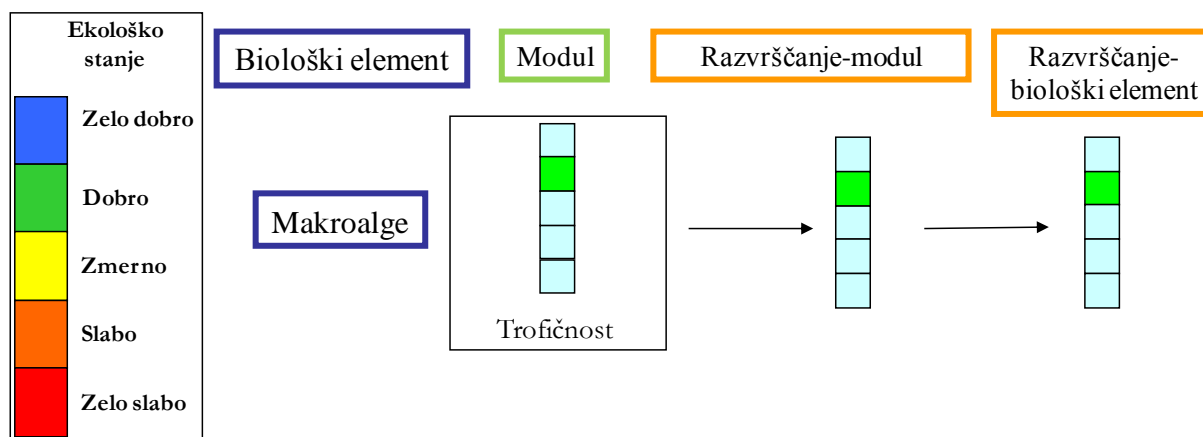
$OM_{MA_{Tro}}$ – vrednost modula trofičnosti za o -to obdobje za vodno telo obalnega morja na podlagi makroalg,

$EEI-c_{REK_l}$ – razmerje ekološke kakovosti indeksa EEI-c za vodno telo za l -to leto,

m – število vzorčenih let.

3.2 Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles obalnega morja v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa makroalge

Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles obalnega morja v razrede ekološkega stanja na podlagi makroalg se izvede na podlagi modula trofičnosti (slika 2).



Slika 2: Shematski prikaz razvrščanja vodnih teles obalnega morja v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa makroalge

4 VIRI

- Direktiva 2000/60/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000. Bruselj, 72 str.
- Francé J., Bajt O., Mavrič B., Mozetič P., Orlando Bonaca M. (2013). Sodelovanje pri pripravi strokovnih podlag za dopolnitev uredbe o stanju površinskih voda za obalno morje. Zaključno poročilo. Poročila 150. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 93 str.
- Battelli C. (1996). Koliko vrst iz rodu *Codium* živi v Slovenskem obalnem morju? *Annales, Ser. hist. nat.* 9: 167-176.
- Battelli C. (1997). Prispevki k poznavanju makrobentoških alg slovenskega obalnega morja: rod *Cladophora* (Chlorophyta). *Annales Ser. hist. nat.*, 11: 47-56.
- Battelli C. (2000). Priročnik za spoznavanje morske flore Tržaškega zaliva ali Kako nabirati, shranjevati in določevati nekatere najpogostejše predstavnice morskih alg in semenk vzhodnega dela Tržaškega zaliva. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 2000, 170 str.
- Bressan G., Babbini L. (2003). Biodiversità marina delle coste Italiane: Corallinales del Mar Mediterraneo: guida alla determinazione. *Biol. Mar. Medit.* 10 (Suppl. 2), 237 str.
- European Environmental Agency 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. <http://eunis.eea.europa.eu/>
- Ercegović A. (1952). *Jadranske cistozire*. Inštitut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 212 str.
- Gallardo T., Gómez-Garreta A., Ribera M. A., Cormaci M., Furnari G., Giaccone G., Boudouresque C. F. (1993). Check-list of Mediterranean seaweeds. 2. Chlorophyceae. *Bot. Mar.* 36(5): 399-421.
- Giaccone G. (1973). *Elementi di Botanica marina*. Pubbl. Ist. Botanico, Università di Trieste. Vol. I: 42 str.; Vol. II: 358 str.
- Gómez Garreta A., Gallardo T., Ribera M. A., Cormaci M., Furnari G., Giaccone G., Boudouresque C. F. (2001). Checklist of the Mediterranean seaweeds. III. Rhodophyceae Rabenh. 1. Ceramiales Oltm. *Botanica Marina* 44: 425-460.
- Lipej L., Mozetič P., Orlando-Bonaca M., Mavrič B., Šiško M., Bettoso N. (2007). Opredelitev ekološkega stanja morja v skladu z Vodno direktivo (Water Framework Directive, 2000/60/EC). Dopolnjeno zaključno poročilo. Poročila 96. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 180 str.
- MED-GIG (2007). WFD intercalibration technical report. Part 3 – Coastal and Transitional Waters, Section 4: Macroalgae, 19 str.
- MED-GIG (2013). Mediterranean Sea GIG: Coastal Waters – Macroalgae. Technical report. 46 str.
- Montesanto B., Panayotidis P. (2001). The *Cystoseira* spp. communities from the Aegean Sea (NE Mediterranean). *Mediterranean Marine Science* 2(1): 57-67.
- Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N. (2001). Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science* 2(2): 45-65.

- Orfanidis S., Panayotidis P., Ugland K. I. (2011). Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science* 12: 199-231.
- Panayotidis P., Montesanto B., Orfanidis S. (2004). Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *J. Appl. Phycol.* 16: 49-59.
- Ribera M. A., Gómez-Garreta A., Gallardo T., Cormaci M., Furnari G., Giaccone G. (1992). Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884). *Botanica Marina* 35: 109-130.
- Sfriso A. (2010). Chlorophyta multicellulari e fanerogame acquatiche. Ambienti di transizione italiani e litorali adiacenti. In: *I Quaderni di ARPA. ARPA Emilia-Romagna, Bologna, Odoya srl., 320 str.*
- Sfriso A. (2011). Ochrophyta (Phaeophyceae e Xanthophyceae). Ambienti di transizione italiani e litorali adiacenti. In: *I Quaderni di ARPA. ARPA Emilia-Romagna, Bologna, 234 str.*
- Turk R., Vukovič A. (1998). Phenology of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Gulf of Koper (Gulf of Trieste), North Adriatic. *Rapport du Congres de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 35(2): 592-593.
- Vukovič A., Turk R. (1995). The distribution of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Del. in the Gulf of Koper. Preliminary report. *Rapport du Congres de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 34: 49.

5 PRILOGE

PRILOGA A: SEZNAM ZA SLOVENSKE OBALNE VODE RELEVANTNIH TAKSONOV MAKROALG IN KRITOSEMENK TER NJIHOVA RAZPOREDITEV V EKOLOŠKE RAZREDE ESGI (IA, IB IN IC) IN ESG II (IIA IN IIB) (PO ORFANIDIS IN SOD., 2011)

| Takson | ESG |
|--|------------|
| zelene alge | |
| <i>Acetabularia acetabulum</i> | IC |
| <i>Anadyomene stellata</i> | IC |
| <i>Bryopsis</i> spp. | IIB |
| <i>Chaetomorpha</i> spp. | IIB |
| <i>Cladophora</i> spp. | IIB |
| <i>Cladophora prolifera</i> | IIB |
| <i>Codium bursa</i> | IIB |
| <i>Codium effusum</i> | IIB |
| <i>Codium fragile</i> subsp. <i>tomentosoides</i> | IIB |
| <i>Codium vermilara</i> | IIB |
| <i>Dasycladus vermicularis</i> | IIA |
| <i>Flabellia petiolata</i> | IC |
| <i>Halimeda tuna</i> | IC |
| <i>Ulva intestinalis</i> | IIB |
| <i>Ulva rigida</i> | IIB |
| <i>Ulva</i> spp. | IIB |
| <i>Valonia utricularis</i> | IIB |
| rjave alge | |
| <i>Cladostephus spongiosus</i> f. <i>verticillatus</i> | IIA |
| <i>Cystoseira barbata</i> | IB |
| <i>Cystoseira compressa</i> | IB |
| <i>Cystoseira compressa</i> var. <i>rosetta</i> | IB |
| <i>Cystoseira corniculata</i> | IA |
| <i>Cystoseira crinita</i> | IA |
| <i>Cystoseira crinitophylla</i> | IA |
| <i>Cystoseira sauvageauana</i> | IA |
| <i>Cystoseira spinosa</i> var. <i>compressa</i> | IA |
| <i>Cystoseira</i> spp. | IA |
| <i>Dictyopteris polypodioides</i> | IIA |
| <i>Dictyota dichotoma</i> | IIA |
| <i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>implexa</i> | IIA |
| <i>Dictyota linearis</i> | IIA |
| <i>Ectocarpus</i> spp. | IIB |
| <i>Halopteris filicina</i> | IIA |
| <i>Padina pavonica</i> | IB |
| <i>Sphacelaria</i> spp. | IIA |
| <i>Stypocaulon scoparium</i> | IIA |
| <i>Zanardinia typus</i> | IIA |
| rdeče alge | |
| <i>Alsidium corallinum</i> | IIA |
| <i>Amphiroa rigida</i> | IC |

| Takson | ESG |
|--|------------|
| rdeče alge | |
| <i>Antithamnion</i> spp. | IIB |
| <i>Boergeseniella fruticulosa</i> | IIA |
| <i>Botryocladia botryoides</i> | IIA |
| <i>Ceramium</i> spp. | IIB |
| <i>Callithamnion corymbosum</i> | IIB |
| <i>Champia</i> spp. | IIA |
| <i>Champia parvula</i> | IIB |
| <i>Chondria</i> spp. | IIA |
| <i>Chondria dasyphylla</i> | IIA |
| <i>Corallina officinalis</i> | IC |
| <i>Erythrotrichia</i> spp. | IIB |
| <i>Gelidiella</i> spp. | IIA |
| <i>Gelidium latifolium</i> | IIA |
| <i>Gelidium spinosum</i> | IIA |
| <i>Gelidium</i> spp. | IIA |
| <i>Gigartina</i> spp. | IIA |
| <i>Gracilaria bursa-pastoris</i> | IIA |
| <i>Gracilaria verrucosa</i> | IIA |
| <i>Gracilaria</i> spp. | IIA |
| <i>Gymnogongrus</i> spp. | IB |
| <i>Halopithys incurva</i> | IB |
| <i>Hydrolithon boreale</i> | IC |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> | IC |
| <i>Hydrolithon</i> spp. | IC |
| <i>Hypnea musciformis</i> | IIA |
| <i>Jania rubens</i> | IC |
| <i>Jania longifurca</i> | IC |
| <i>Jania virgata</i> | IC |
| <i>Jania</i> spp. | IC |
| <i>Laurencia obtusa</i> | IIA |
| <i>Laurencia paniculata</i> | IIA |
| <i>Laurencia papillosa</i> | IIA |
| <i>Laurencia</i> spp. | IIA |
| <i>Lithophyllum corallinae</i> | IC |
| <i>Lithophyllum cystoseirae</i> | IC |
| <i>Lithophyllum pustulatum</i> | IC |
| <i>Lithophyllum</i> spp. | IC |
| <i>Lithothamnion</i> spp. | IC |
| <i>Lomentaria</i> spp. | IIA |
| <i>Mesophyllum expansum</i> | IC |
| <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> | IC |
| <i>Nitophyllum punctatum</i> | IIA |
| <i>Osmundea pinnatifida</i> | IIA |
| <i>Peyssonnelia polymorpha</i> | IC |
| <i>Peyssonnelia rosa-marina</i> | IC |
| <i>Peyssonnelia rubra</i> | IC |
| <i>Peyssonnelia squamaria</i> | IC |
| <i>Phyllophora</i> spp. | IIA |
| <i>Phymatolithon lenormandii</i> | IC |
| <i>Pneophyllum fragile</i> | IC |
| <i>Polysiphonia</i> spp. | IIB |

| Takson | ESG |
|--------------------------------------|------------|
| rdeče alge | |
| <i>Porphyra</i> spp. | IIB |
| <i>Pterocladia</i> <i>capillacea</i> | IIA |
| <i>Rhodomenia</i> spp. | IIA |
| <i>Spyridia</i> <i>filamentosa</i> | IIB |
| <i>Titanoderma</i> spp. | IC |
| <i>Wrangelia</i> <i>penicillata</i> | IIB |
| Kritosemenke | |
| <i>Cymodocea</i> <i>nodosa</i> | IB |
| <i>Posidonia</i> <i>oceanica</i> | IA |
| <i>Zostera</i> <i>marina</i> | IB |
| <i>Zostera</i> <i>nottei</i> | IB |