3. konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov

Povezujemo znanje za boljšo pismenost & Scientix

Cvetenja v vodnih telesih (pojavljanje neobičajno obsežne biomase fitoplanktona) in razvoj znanosti

Izr. prof.dr. Bojan Sedmak

Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

Email: bojan.sedmak@nib.si

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

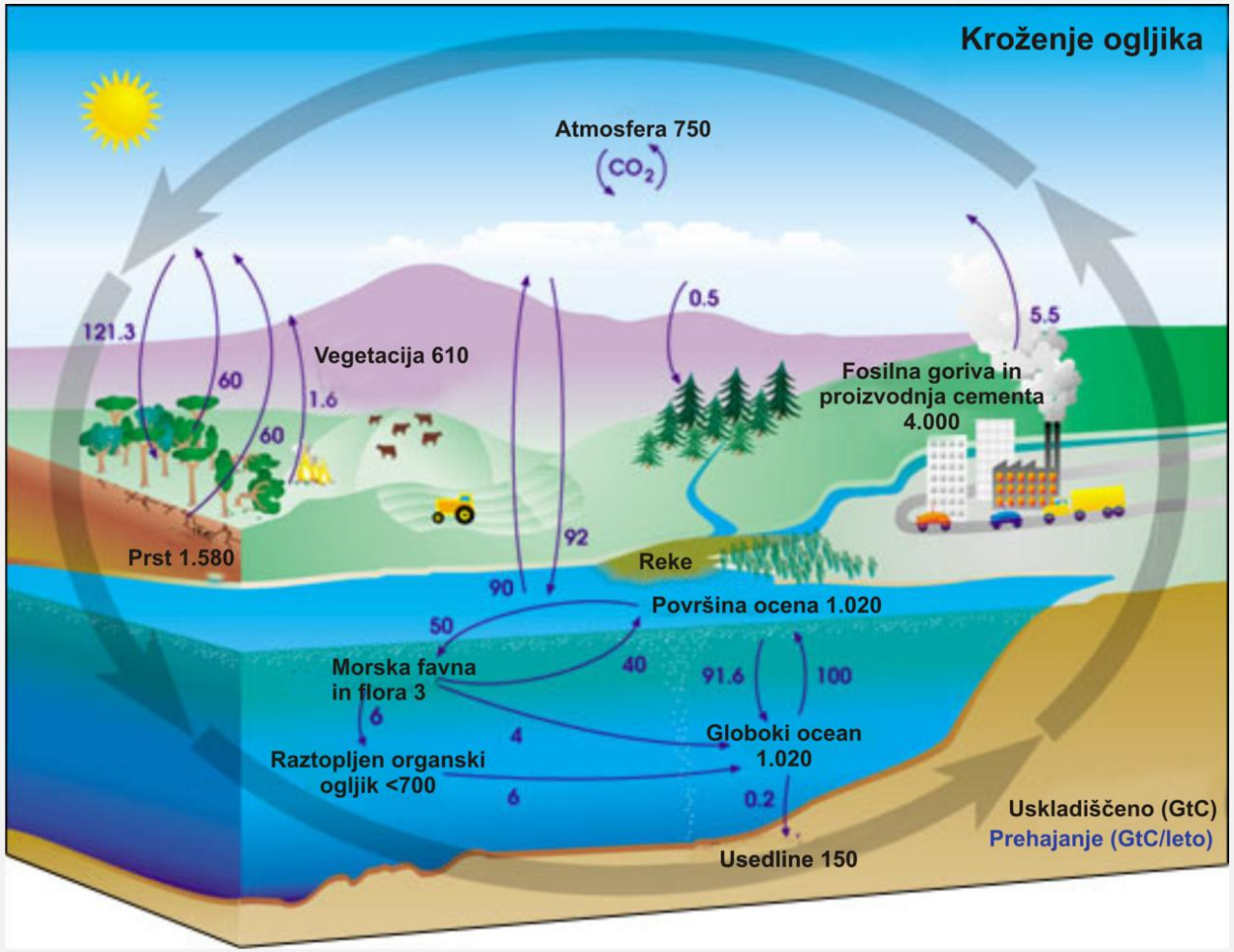
European Schoolnet

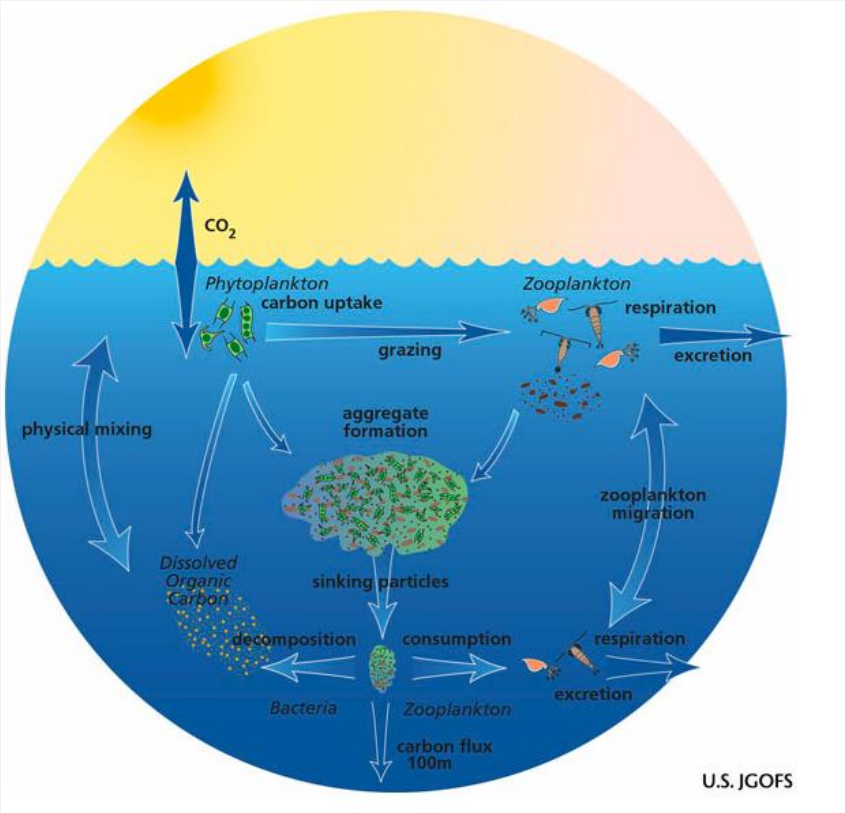
SCIENTIX
The community for science education in Europe

Projekt Scientix (2012-2015) črpa sredstva iz okvirnega programa Evropske unije za raziskave in razvoj (7. OP). Koordinator projekta je European Schoolnet.
Publikacija odraža stališča avtorjev in ne predstavlja mnenja Evropske komisije.

Biogeokemično kroženje snovi v okolju

Planktonski organizmi igrajo pomembno vlogo pri kroženju snovi v vodnih telesih in vzdrževanju naše atmosfere.

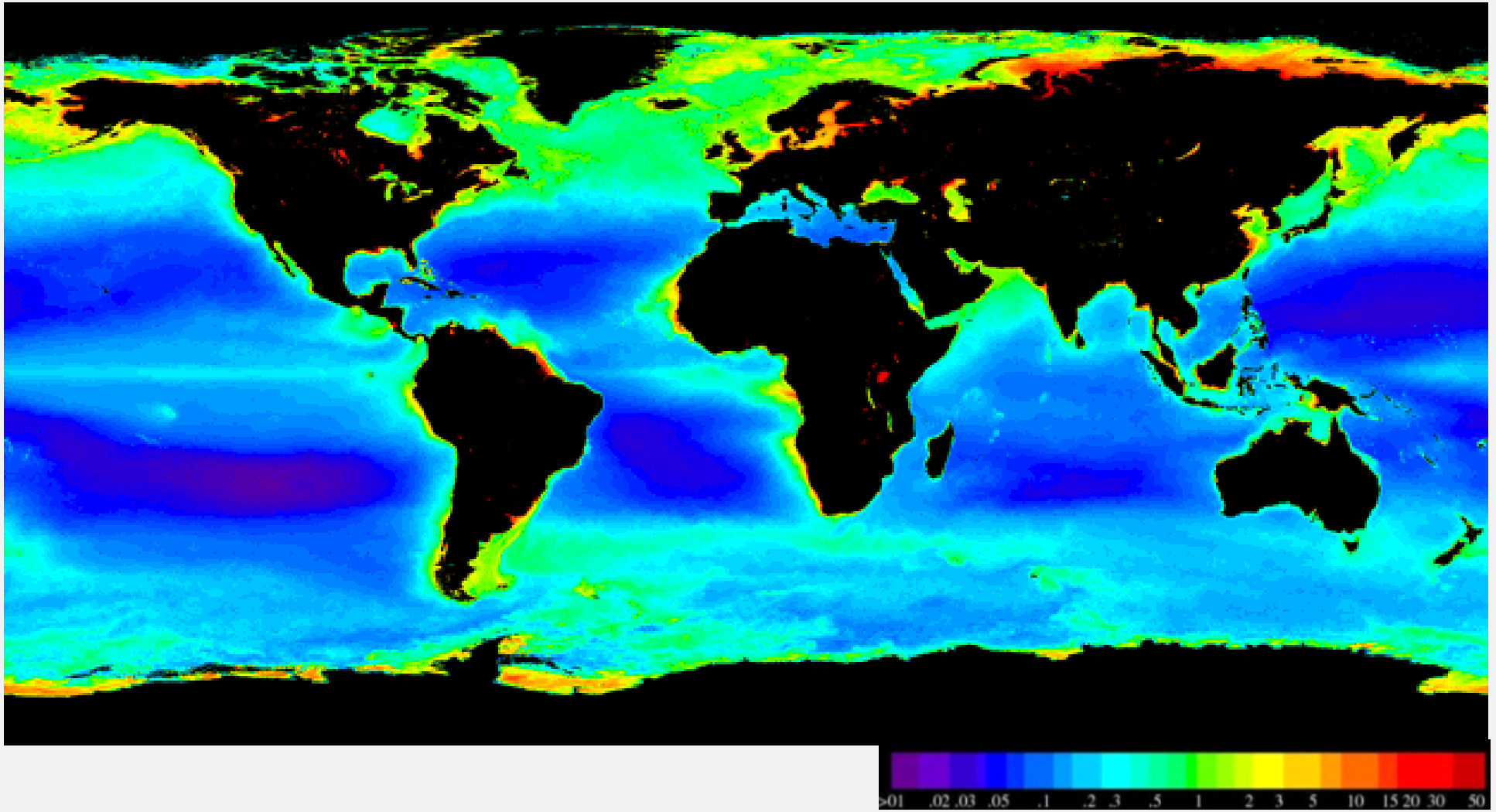




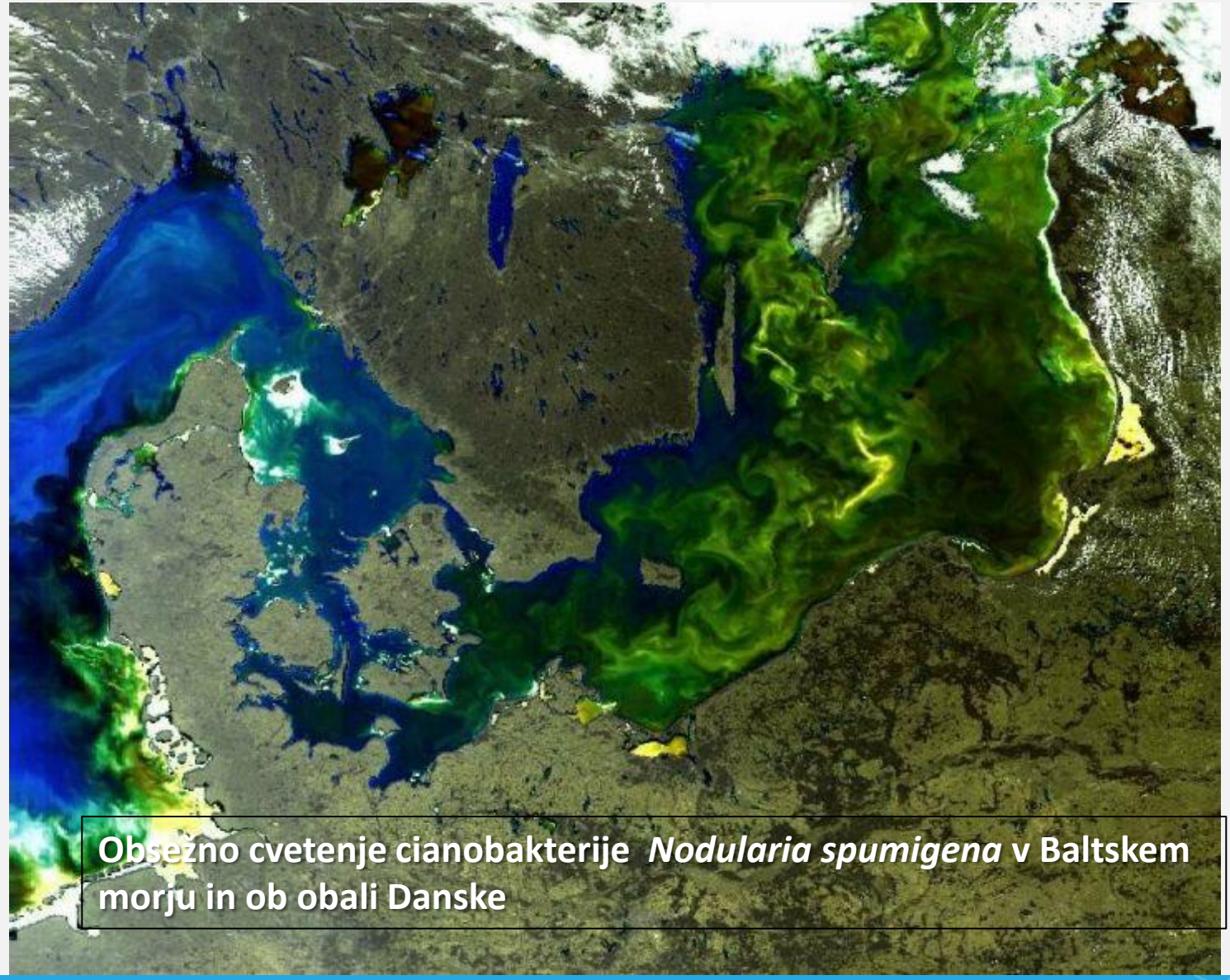
http://algaeenergy.blogspot.com/

Primarna produkcija – s fotosintezo vezana energija

Primarna produkcija v oceanih in ostalih vodnih telesih je predstavljena z barvno skalo kot koncentracija klorofila



Baltsko morje
daljinsko zaznavanje



Obsežno cvetenje cianobakterije *Nodularia spumigena* v Baltskem morju in ob obali Danske

Izpiranje, zamuljanje in evtrofikacija – vnos hranil

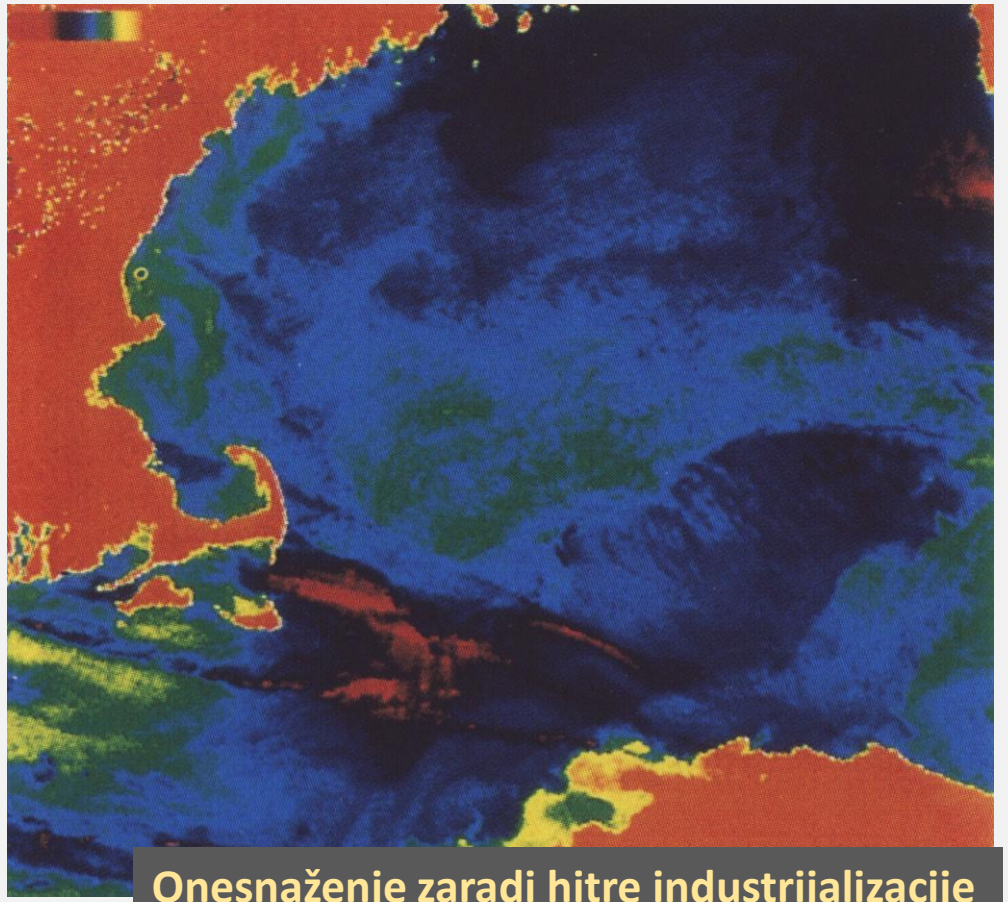
Tako organske kot anorganske snovi predstavljajo hranila za številne fitoplanktonske organizme

Dinoflagelati

Seto, Japonska

1965 – 40 cvetenj

1973 – 300 cvetenj



Onesnaženje zaradi hitre industrijalizacije
Pospešuje cvetenje v morjih.

Cianobakterije

neposredni dokazi

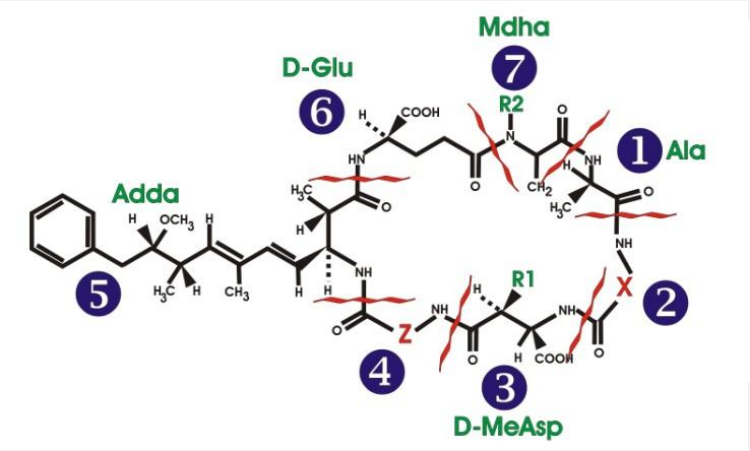
Cvetenja ob obalah zaradi vnosa hranil

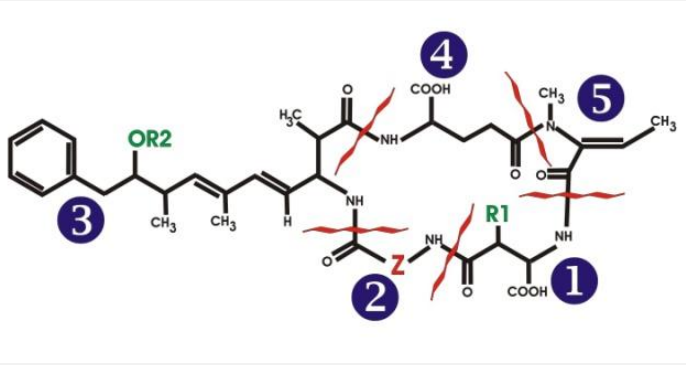
Cvetenje cianobakterij v Sloveniji je pogost pojav

Cianobakterijska gošča vrste *Microcystis aeruginosa*

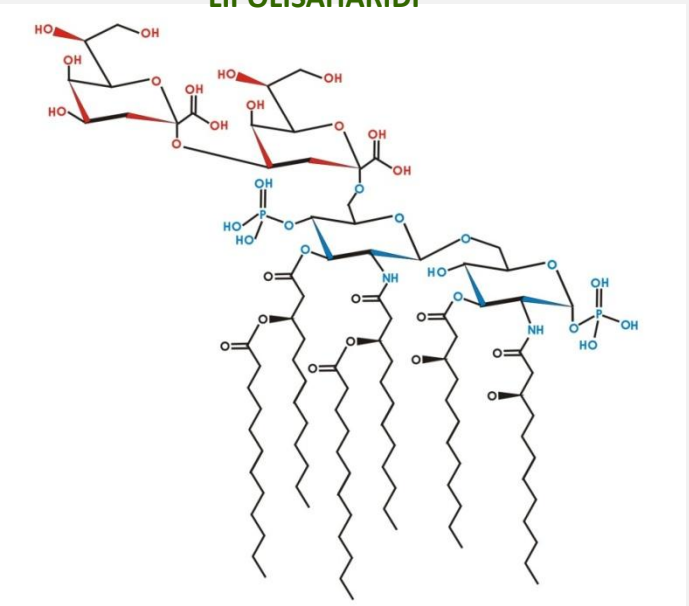
Cvetenje *Planktothrix rubescens* na jezeru Bled

HEPATOTOKSINI

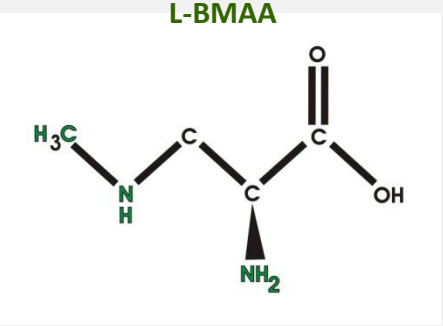




LIPOLISAHARIDI

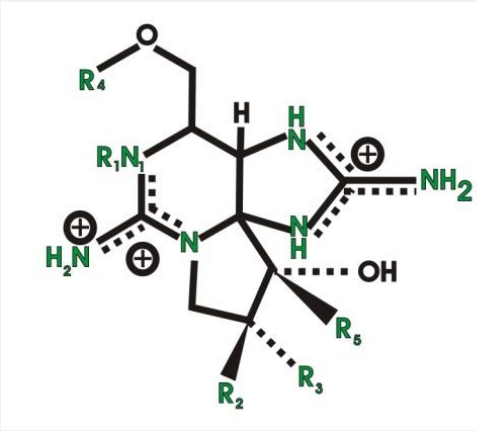


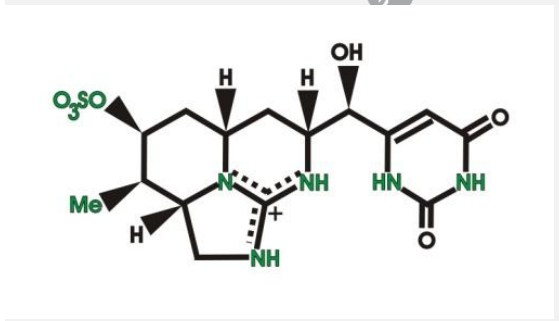
L-BMAA

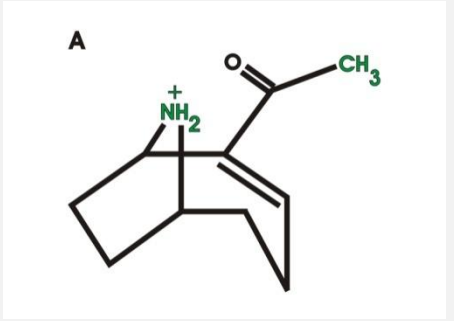


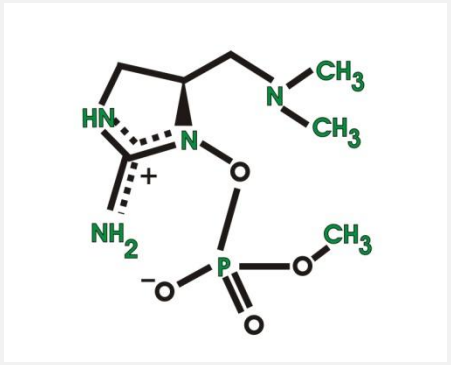
Nevrotoksične aminokisline
***L*-β methylaminoalanine**

NEVROTOKSINI





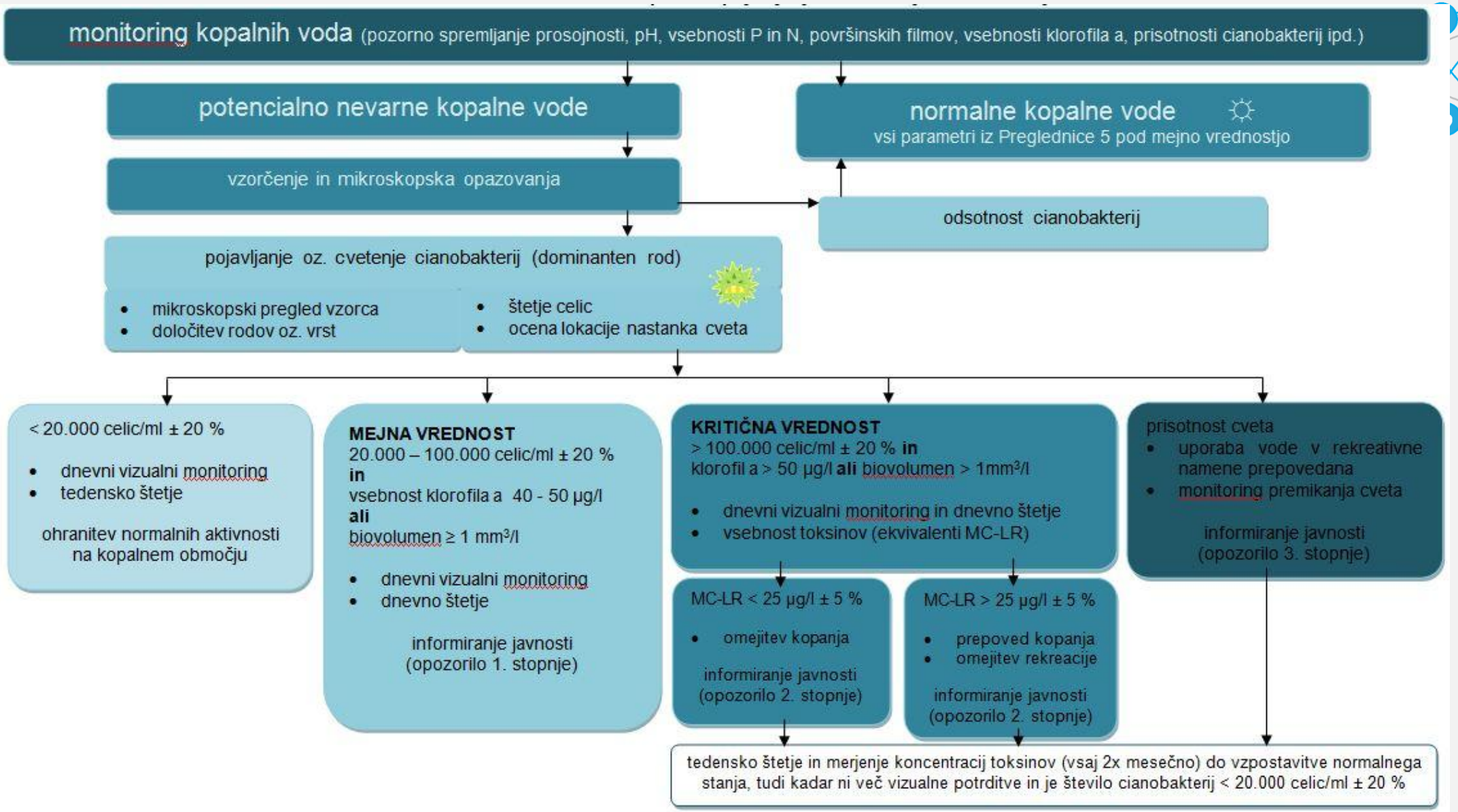




Compound	Chemistry	Source	LD50 µg kg^{-1} BW
botulin A (s.c.)	protein	soil bacteria (*Chlostridium* sp.)	0.004
ciguatoxin 1	polyether	marin dinoflagellates	0.25
batrachotoxin	steroid	tropical frogs (*Phyllobates* sp.)	2
saxitoxin	alkaloid	cyanobacteria	8
tetrodotoxin	alkaloid	puffer fish (symb. bacteria)	8
anatoxin-A(s)	alkaloid	cyanobacteria	40
microcystin-LR	peptide	cyanobacteria	50
amanitine	peptide	mushroom (*Amanita*	100
anatoxin-A	alkaloid	cyanobacteria	250
aconitine	terpenoid	monkshood (*Aconitum* sp.)	270
microcystin-RR	peptide	cyanobacteria	600
strychnine	alkaloid	*Strychnos nux-vomica*	980
phalloidine	peptide	mushroom (*Amanita phalloides*)	2,000
cylindrospermopsin	alkaloid	cyanobacteria	2,100
rotenone	alkaloid	*Lonchocarpus* (fabaceae)	2,650
domoic acid	amino acid	diatom (*Pseudonitzschia* sp.)	3,600
digitoxin	steroid	foxglove (*Digitalis* sp.)	3,900
ouabain	steroid	tropical plants	11,000
atropine	alkaloid	solanaceae	30,000

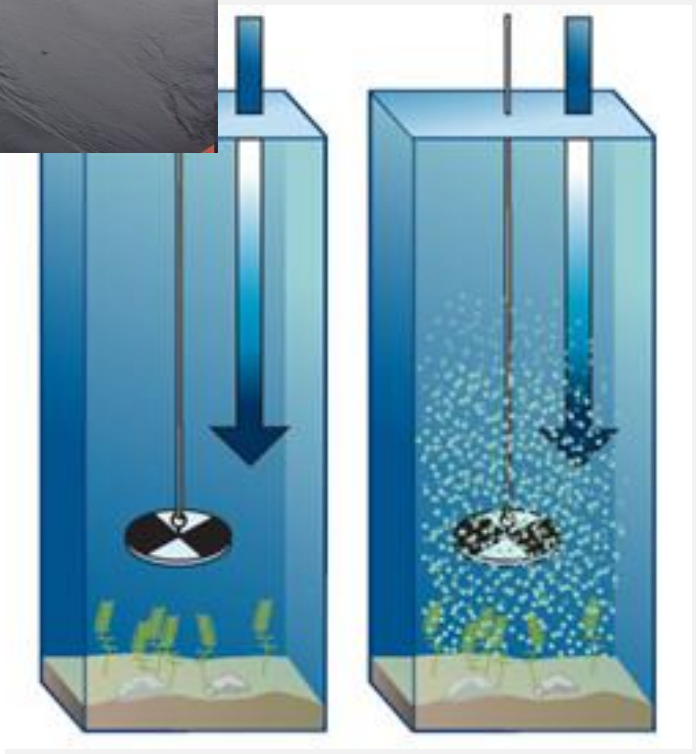
Toksini naravnega izvora sodijo med najbolj strupene snovi!

Z rdečem so označeni nekateri najbolj tipični toksini, ki jih tvorijo fitoplanktonski in bakterioplanktonski organizmi.

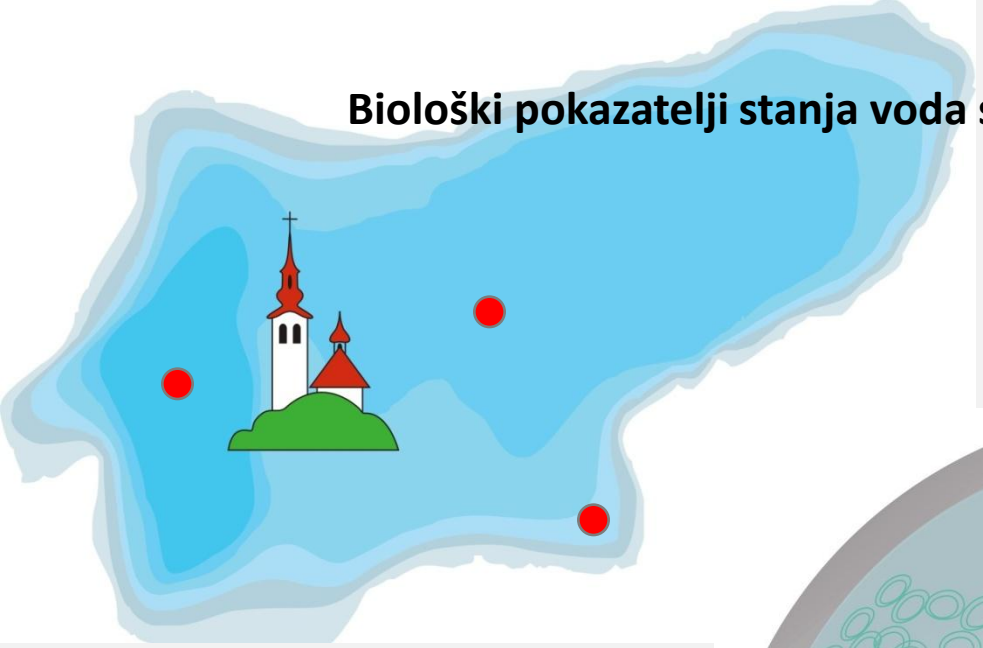

monitoring kopalnih voda (pozorno spremljanje prosojnosti, pH, vsebnosti P in N, površinskih filmov, vsebnosti klorofila a, prisotnosti cianobakterij ipd.)
potencialno nevarne kopalne vode
normalne kopalne vode
vsi parametri iz Preglednice 5 pod mejno vrednostjo
vzorčenje in mikroskopska opazovanja
odsotnost cianobakterij
pojavljanje oz. cvetenje cianobakterij (dominanten rod)
mikroskopski pregled vzorca
določitev rodov oz. vrst
štetje celic
ocena lokacije nastanka cveta
< 20.000 celic/ml ± 20 %
dnevni vizualni monitoring
tedensko štetje
ohranitev normalnih aktivnosti na kopalnem območju
MEJNA VREDNOST
20.000 – 100.000 celic/ml ± 20 % in
vsebnost klorofila a 40 - 50 µg/l ali
biovolumen ≥ 1 mm³/l
dnevni vizualni monitoring
dnevno štetje
informiranje javnosti (opozorilo 1. stopnje)
KRITIČNA VREDNOST
> 100.000 celic/ml ± 20 % in
klorofil a > 50 µg/l ali biovolumen > 1mm³/l
dnevni vizualni monitoring in dnevno štetje
vsebnost toksinov (ekvivalenti MC-LR)
prisotnost cveta
uporaba vode v rekreativne namene prepovedana
monitoring premikanja cveta
informiranje javnosti (opozorilo 3. stopnje)
MC-LR < 25 µg/l ± 5 %
omejitev kopanja
informiranje javnosti (opozorilo 2. stopnje)
MC-LR > 25 µg/l ± 5 %
prepoved kopanja
omejitev rekreacije
informiranje javnosti (opozorilo 2. stopnje)
tedensko štetje in merjenje koncentracij toksinov (vsaj 2x mesečno) do vzpostavitve normalnega stanja, tudi kadar ni več vizualne potrditve in je število cianobakterij < 20.000 celic/ml ± 20 %

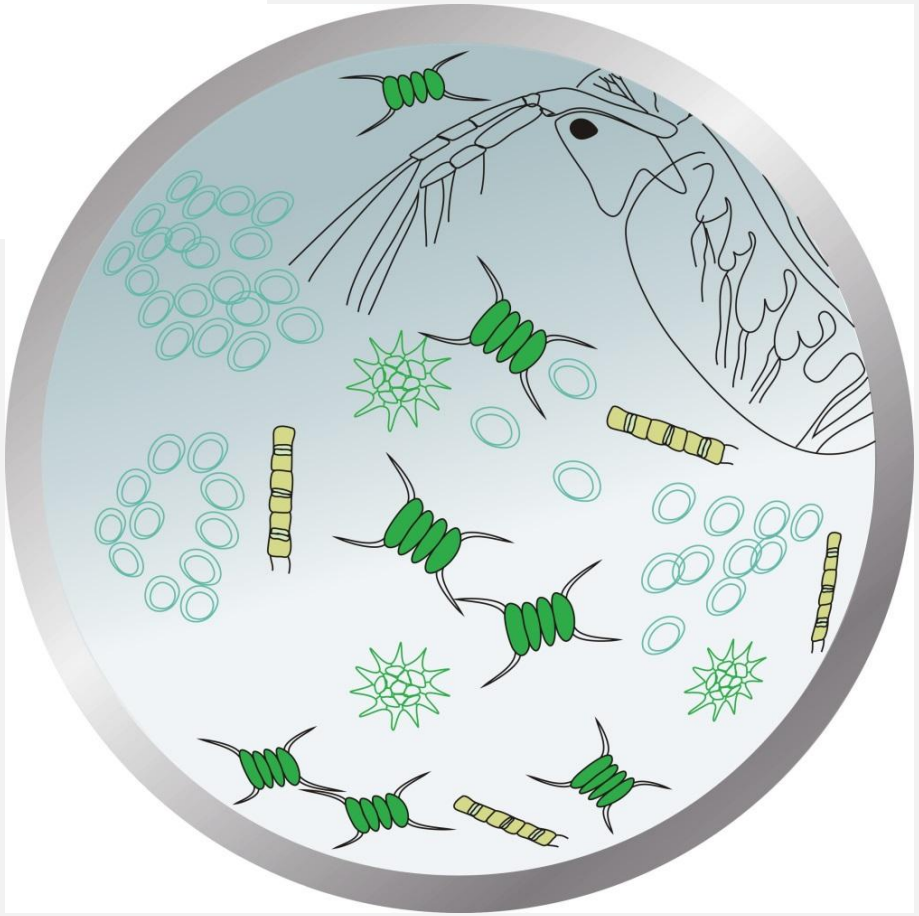
TROFIČNO STANJE VODNIH TELES	[P] (mg/m^3)	[Chl.] (mg/m^3)	[max. Chl.] (mg/m^3)	[Fikocianin] (mg/m^3)	[max. Fikocianin] (mg/m^3)	Secchi (m)	Min. Secchi (mg/m^3)
Ultra-oligotrofična	≤ 4	≤ 1	≤ 2,5	≤ 1	≤ 2,5	≥ 12	≥ 6
Oligotrofična	≤ 10	≤ 2,5	≤ 8	≤ 2,5	≤ 8	≥ 6	≥ 3
Mezotrofična	10–35	2,5–8	8–25	2,5–8	8–25	6–3	3–1,5
Evtrofična	35–100	8–25	25–75	8–25	25–75	3–1,5	1,5–0,7
Hipertrofična	≥ 100	≥ 25	≥ 75	≥ 25	≥ 75	≤ 1,5	≤ 0,7

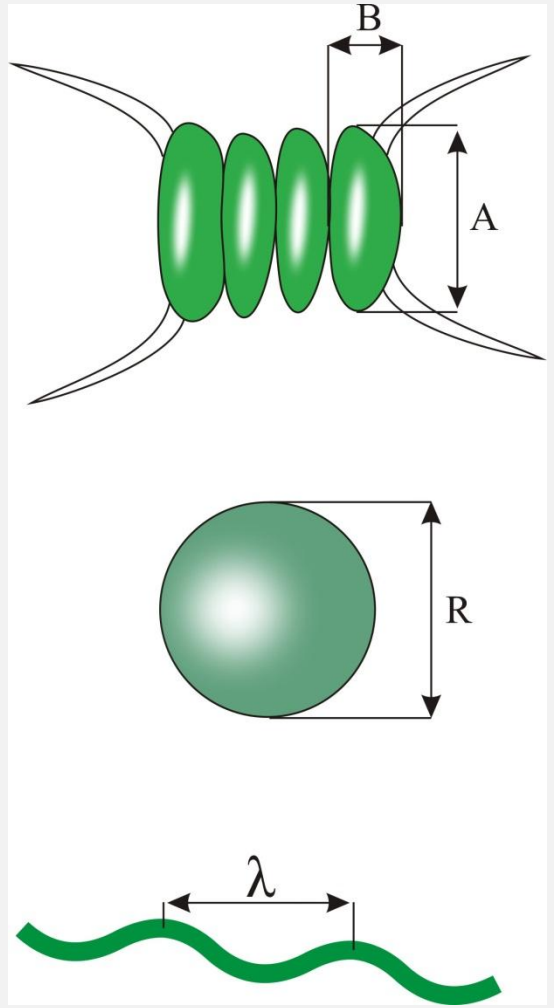
Preverjanje stanja voda – prisotnost planktona ugotavljamo z merjenjem motnosti s pomočjo Secchi diska. Vzorce za taksonomsko analizo jemljemo s planktonskimi mrežami.



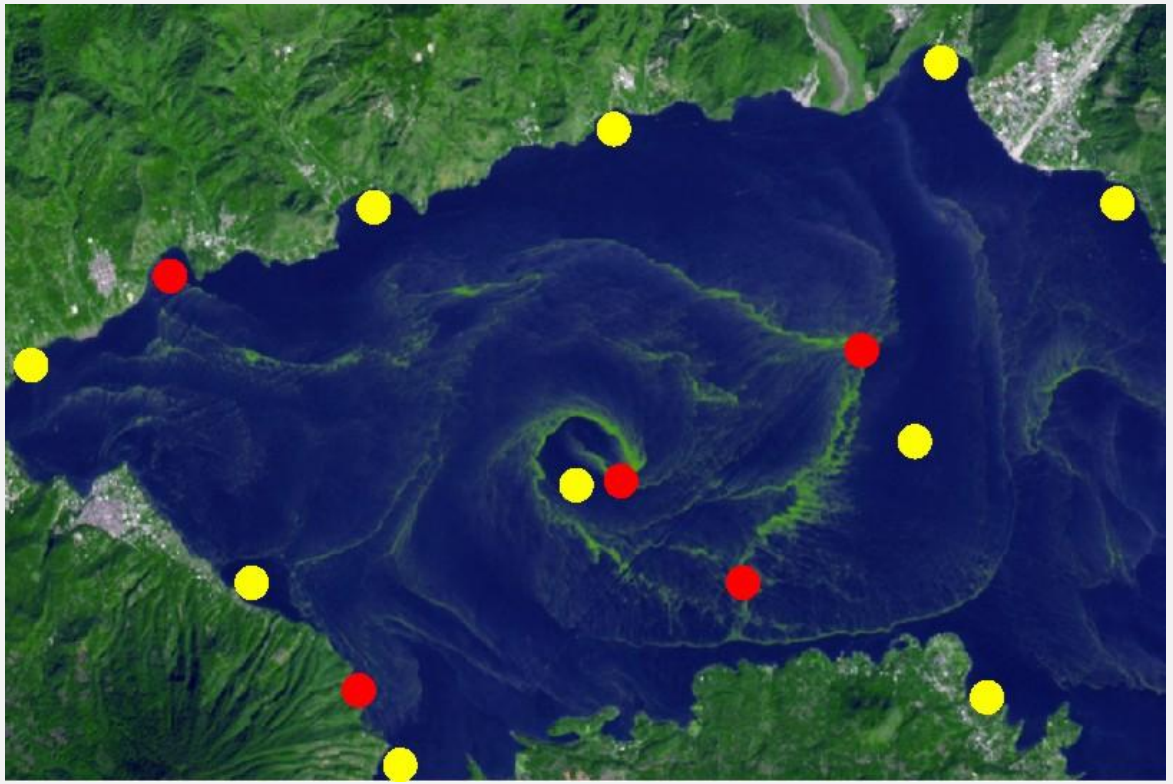
Biološki pokazatelji stanja voda so prisotnost in vrstni sestav organizmov ter njihova biomasa.



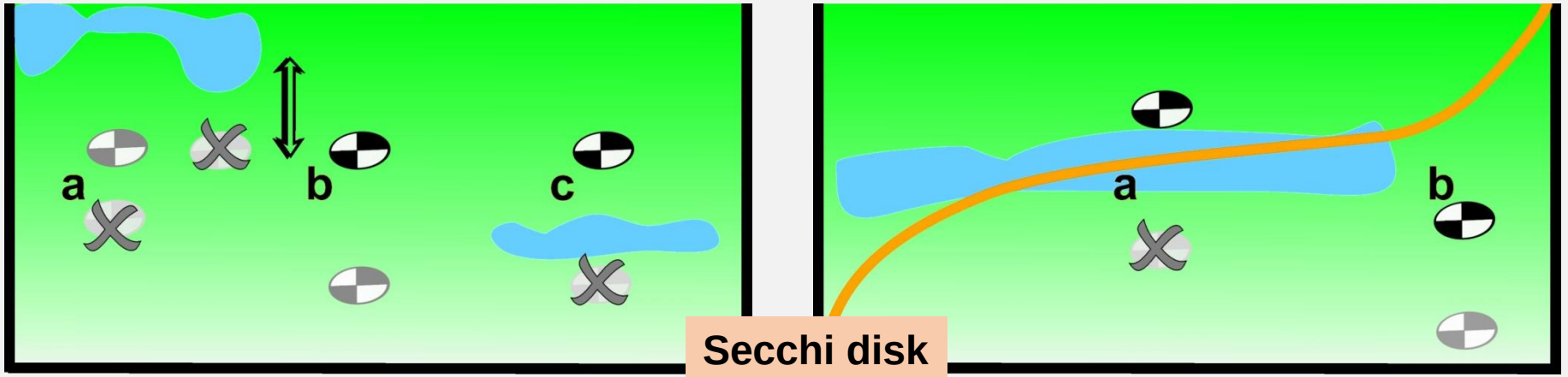




Arbitrarna izbira lokacije pri jemanju vzorcev

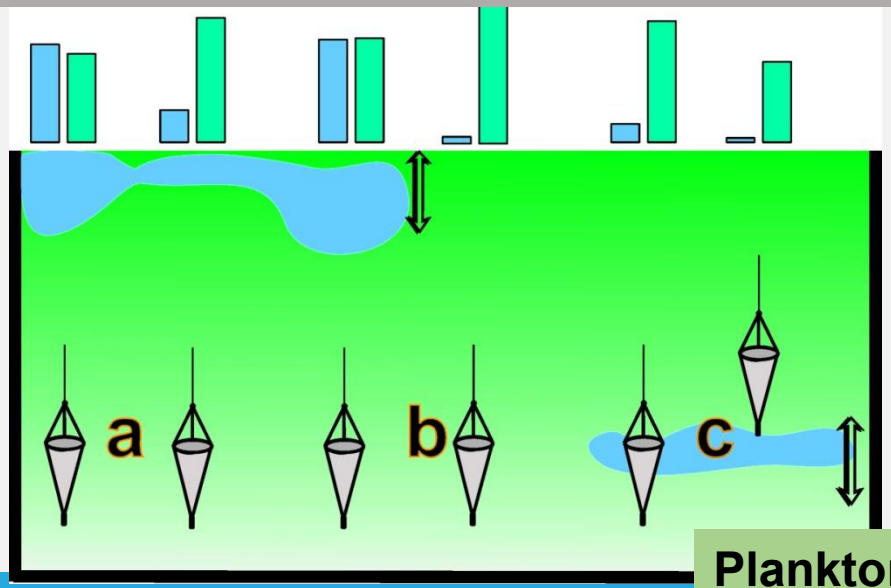


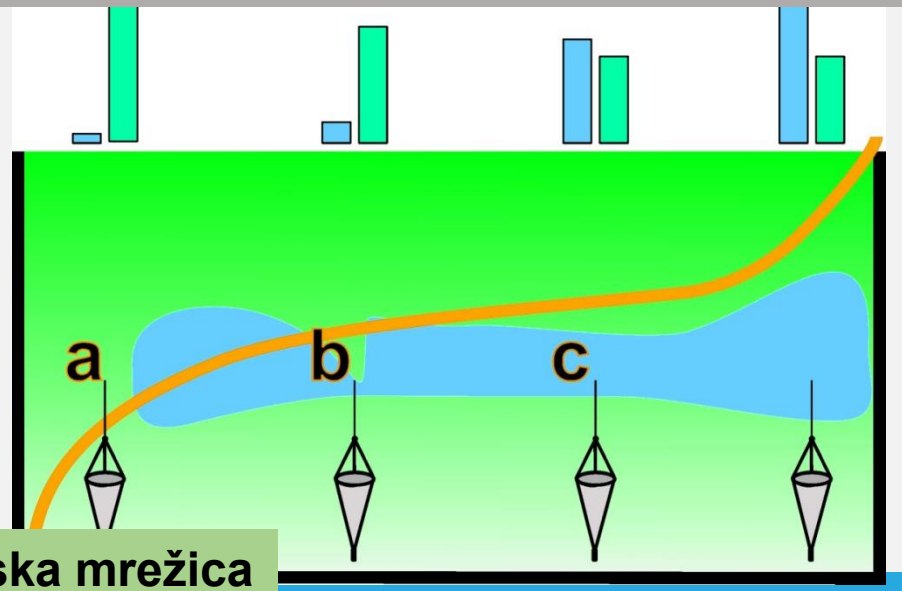
Cvetenje *Planktothrix rubescens* (*Oscillatoria rubescens)* Blejsko jezero, November 1999. Fotografija Mirko Kunšič



Secchi disk

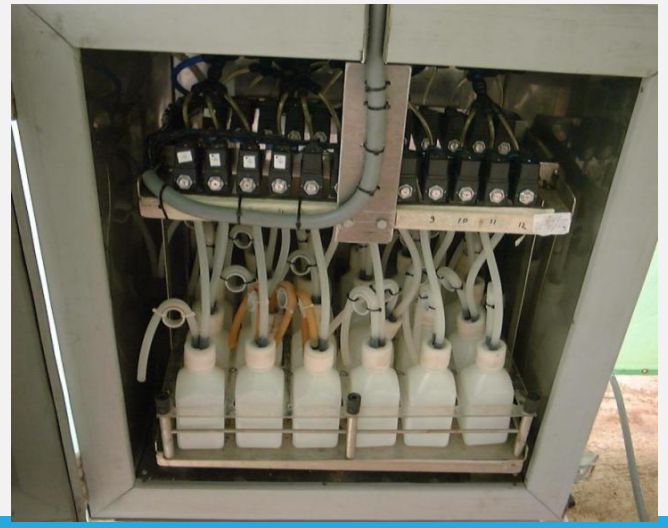
Planktonski organizmi niso enakomerno porazdeljeni v vodnem telesu zato tradicionalno vzorčenje mnogokrat ni odraz realnega stanja!





Planktonska mrežica

Primer sistema za nadzor biološke kakovosti voda

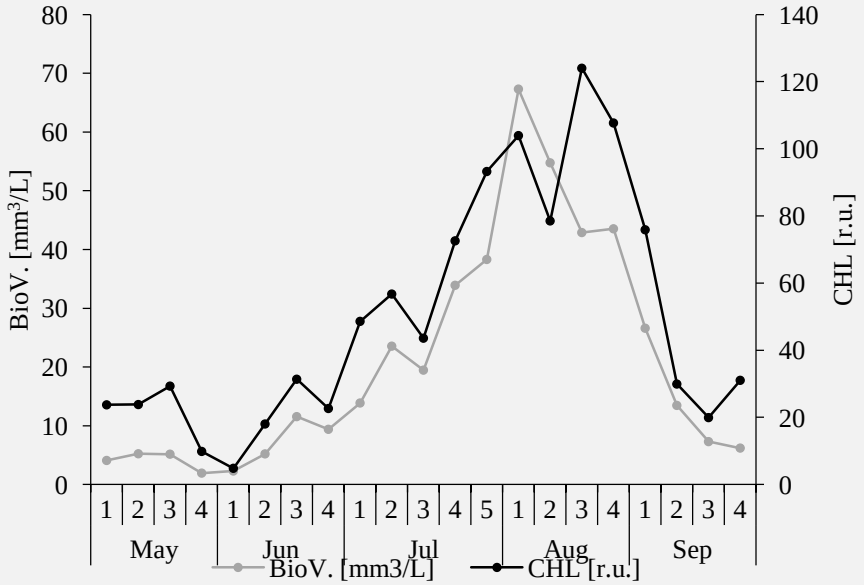


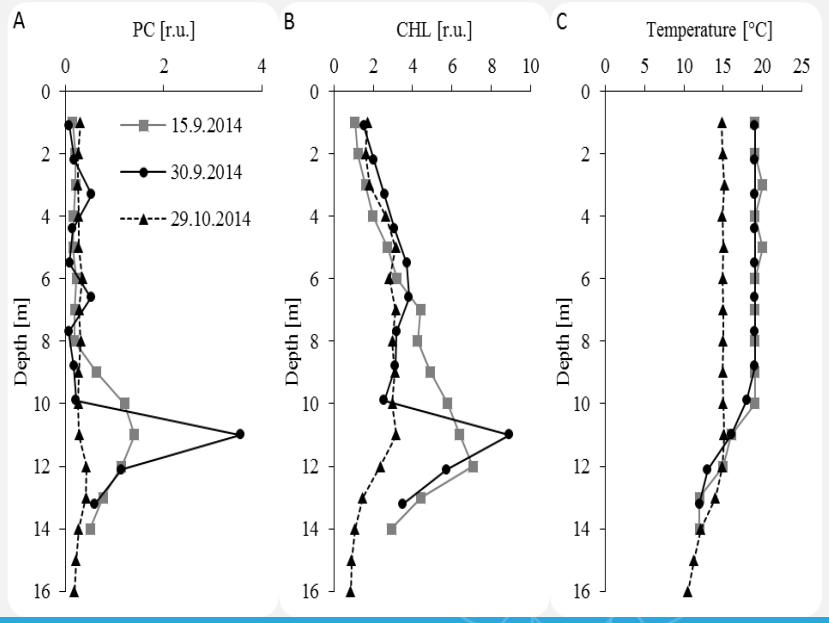
Galilejsko jezero (Kinneret) Izrael

Pomanjkljivosti predpisanega sistema vzorčenja

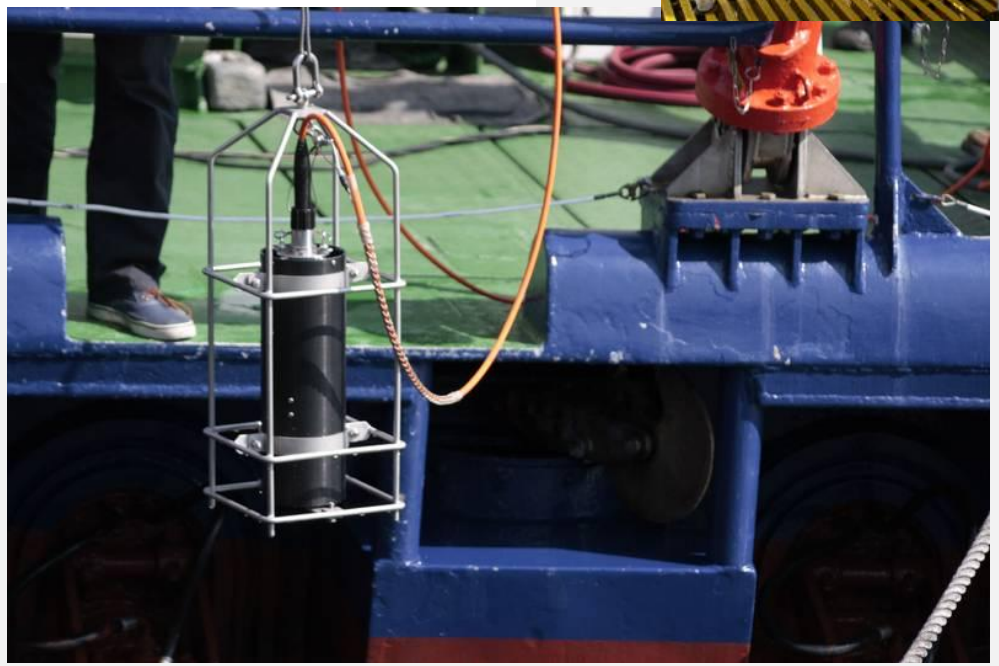
-Visoko izobražena delovna sila (visoki stroški)
  -arbitrarno jemanje vzorcev
  -zapleteno jemanje vertikalnega profila (senzonski obrat)
  -Sezonsko menjavanje vrstne sestave
-Zamudno delo v laboratoriju (rezultati s velikim časovnim zamikom)
  -zamudno ugotavljanje biomase

Enostavno, hitro in zanesljivo ugotavljanje s pomočjo senzorjev fluorescence



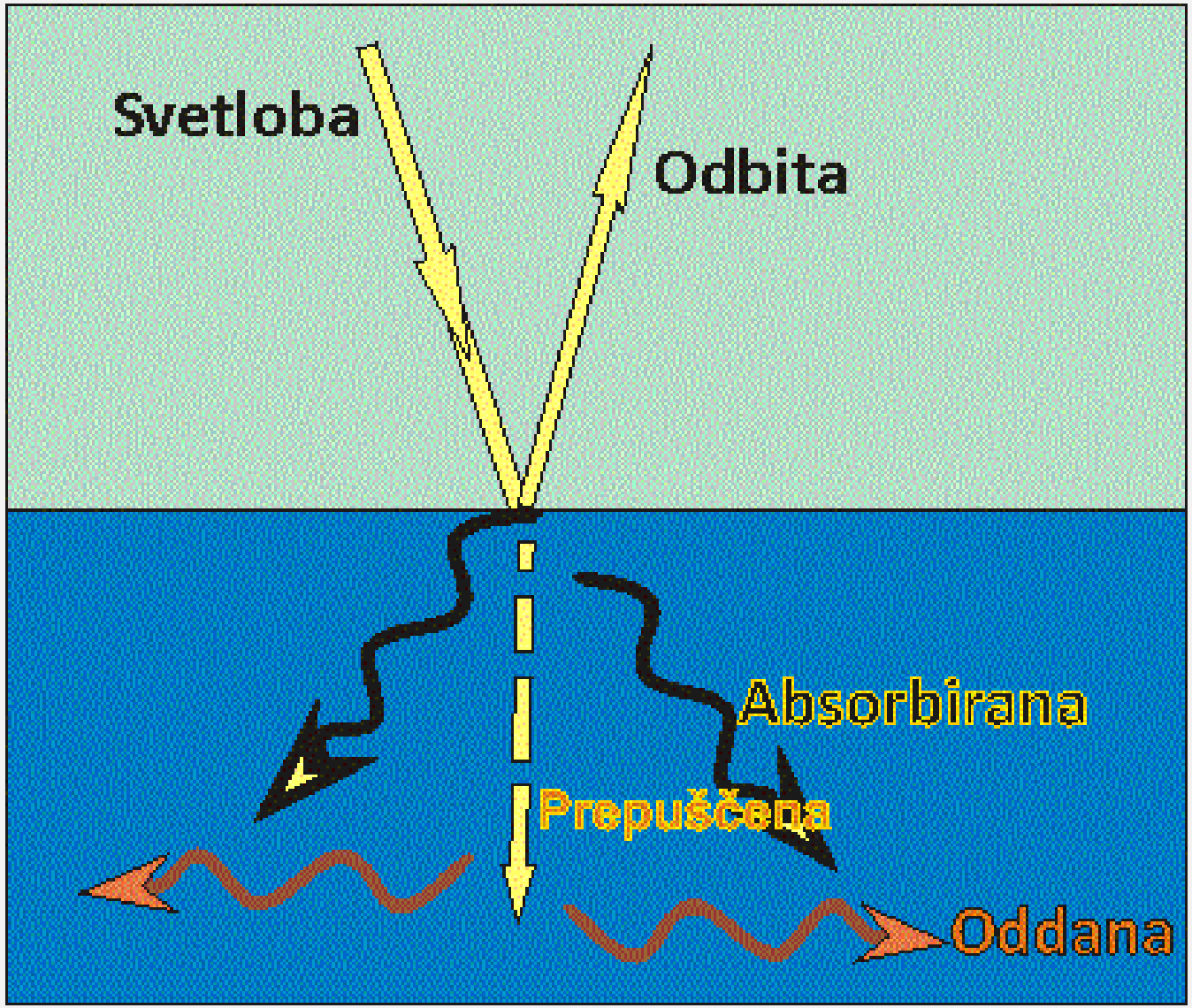


YSI senzorji



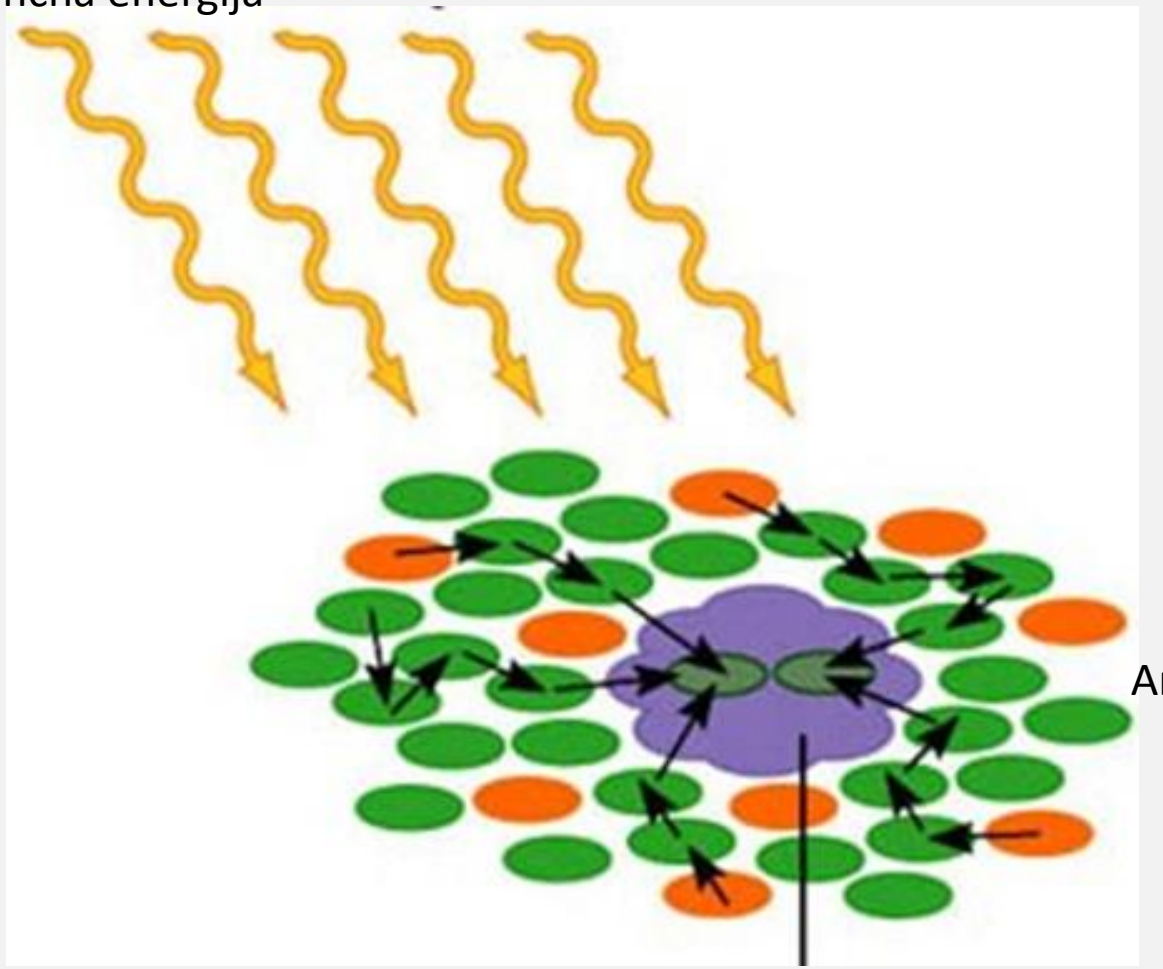
Moldaenke FluoroProbe, MFP

Obnašanje svetlobe pri prodiranju v vodno telo



Sončna energija poganja fotosintezo

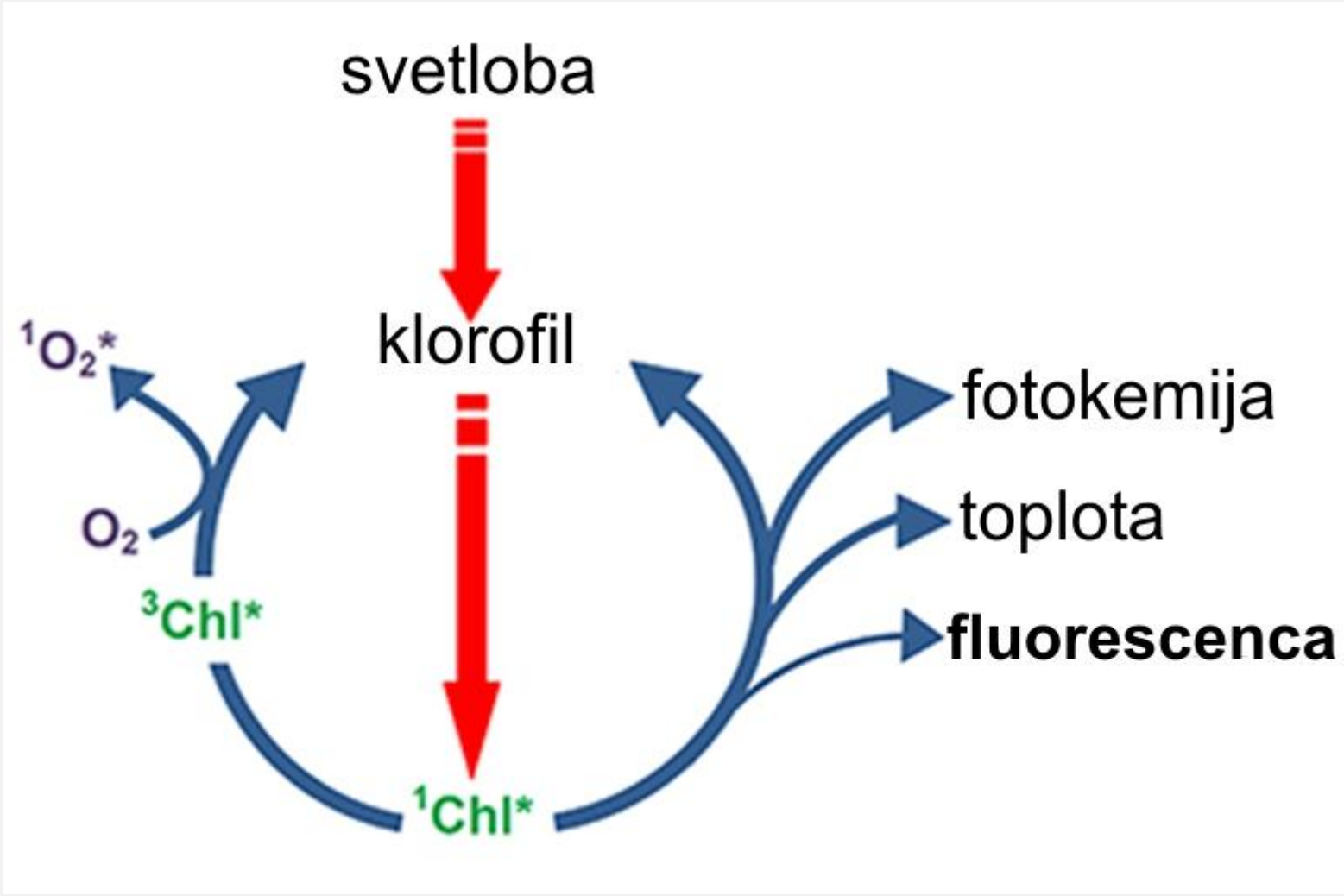
Sončna energija



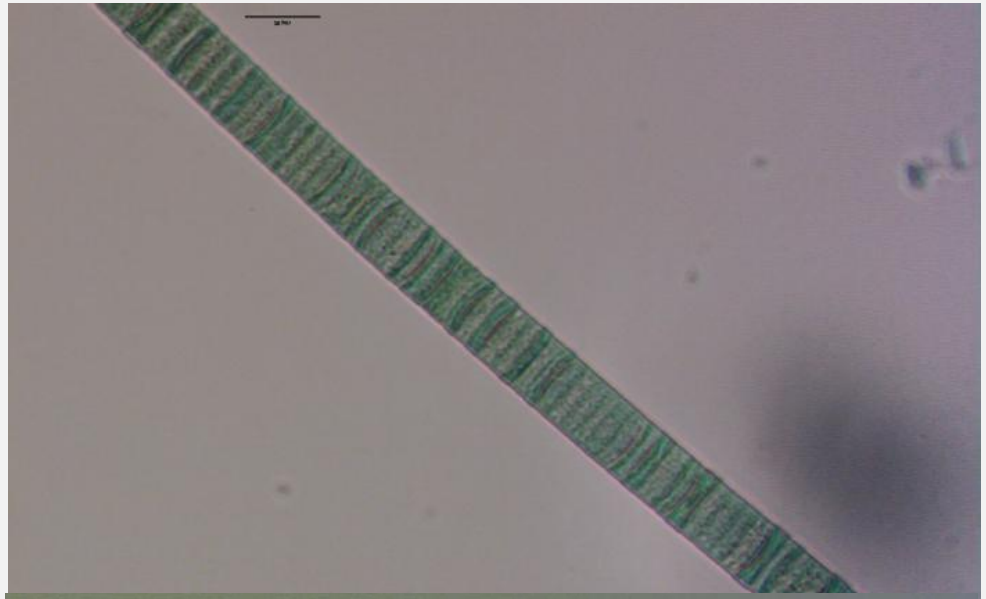
Antenski kompleks

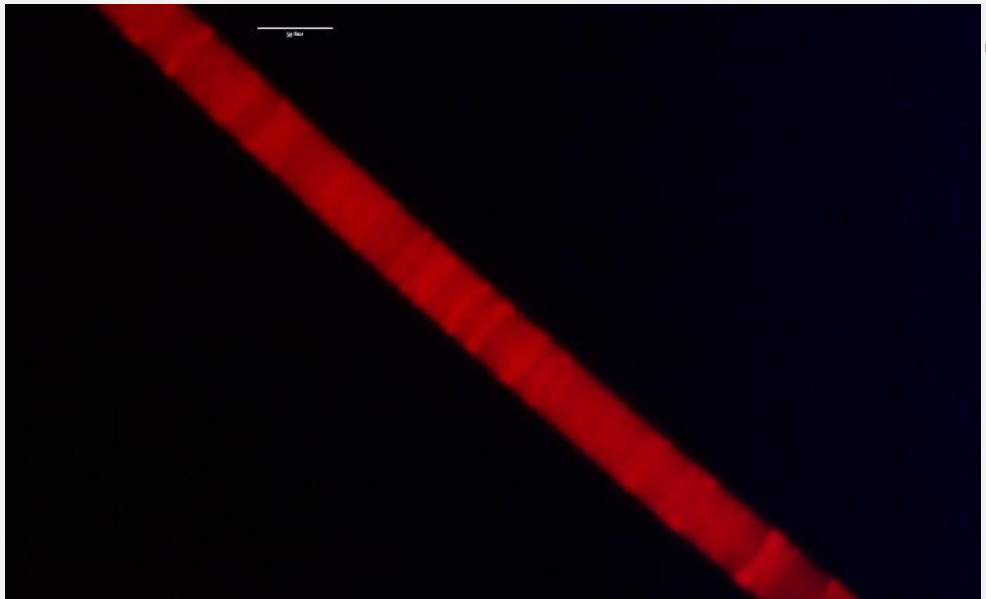
Reakcijski center s *klorofilom a*

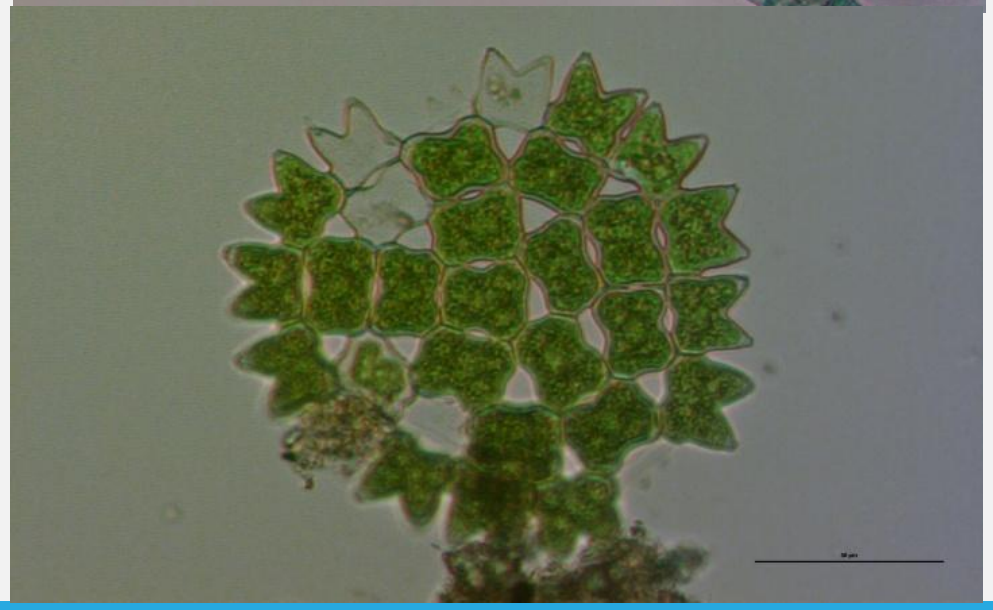
Uporaba, pretvorba in poti sončne energije v fotoavtotrofih

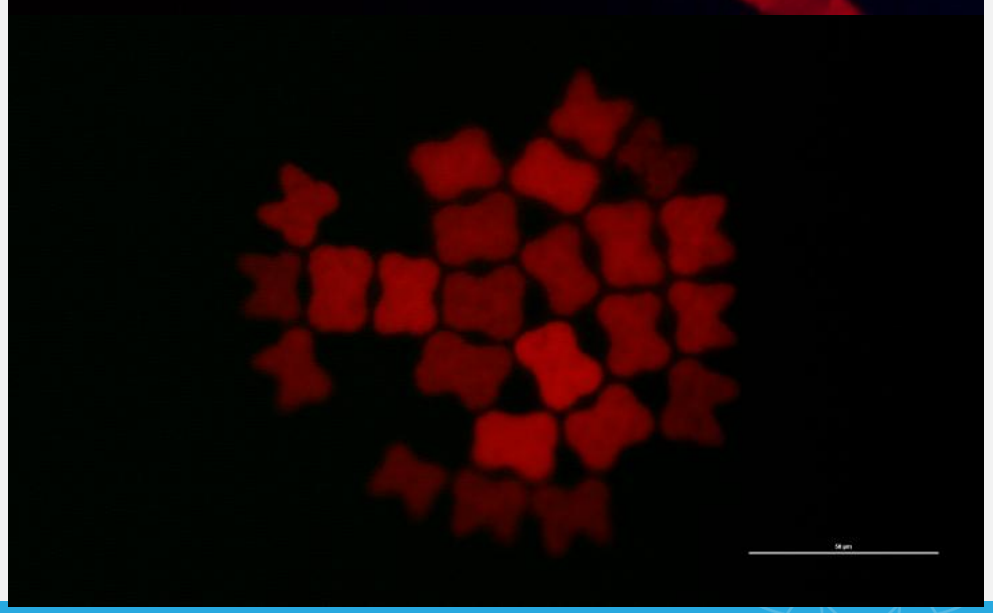


Avtofluorescenca pri dveh predstavnikih planktona – zeleni algi (spodaj) in cianobakteriji (zgoraj)





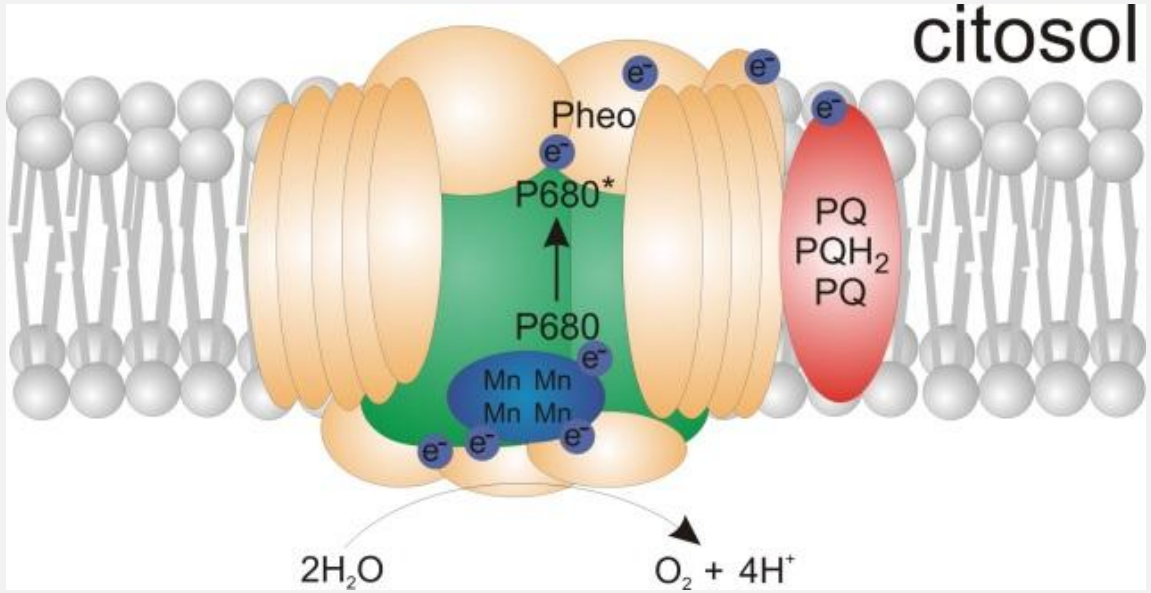




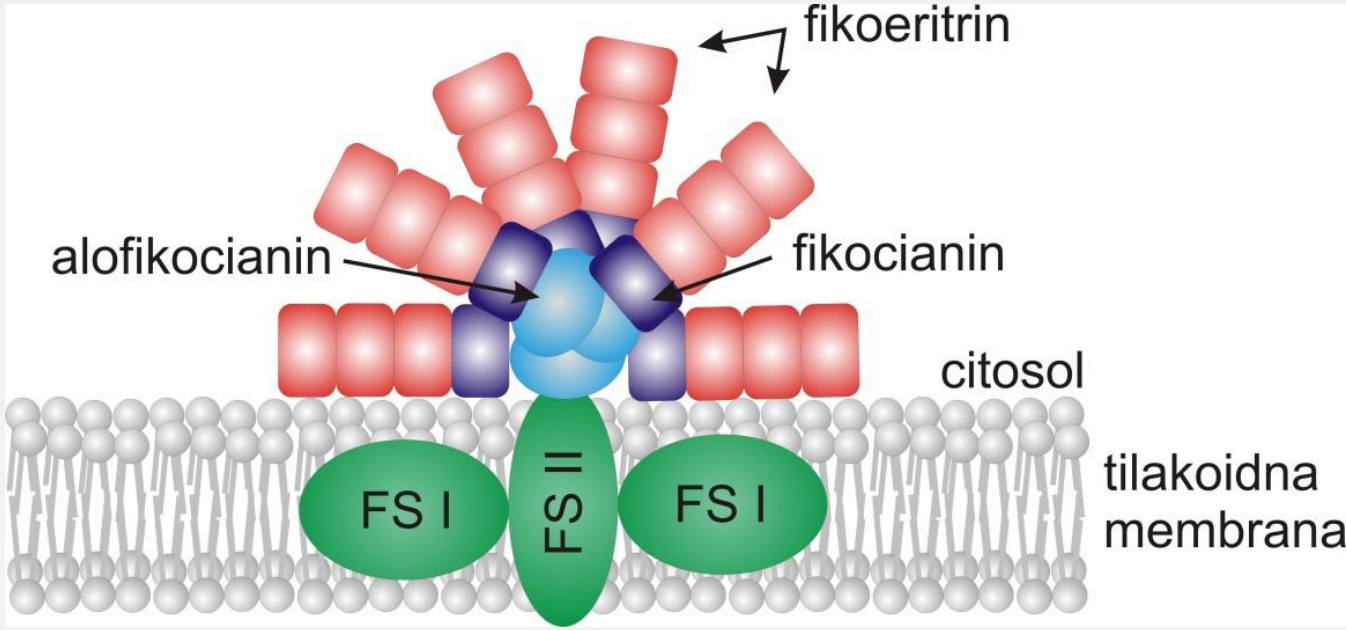
Razlike v zgradbi fotosistemov pri dveh poglavitnih skupinah avtotrofov

alge

Fotosistem II



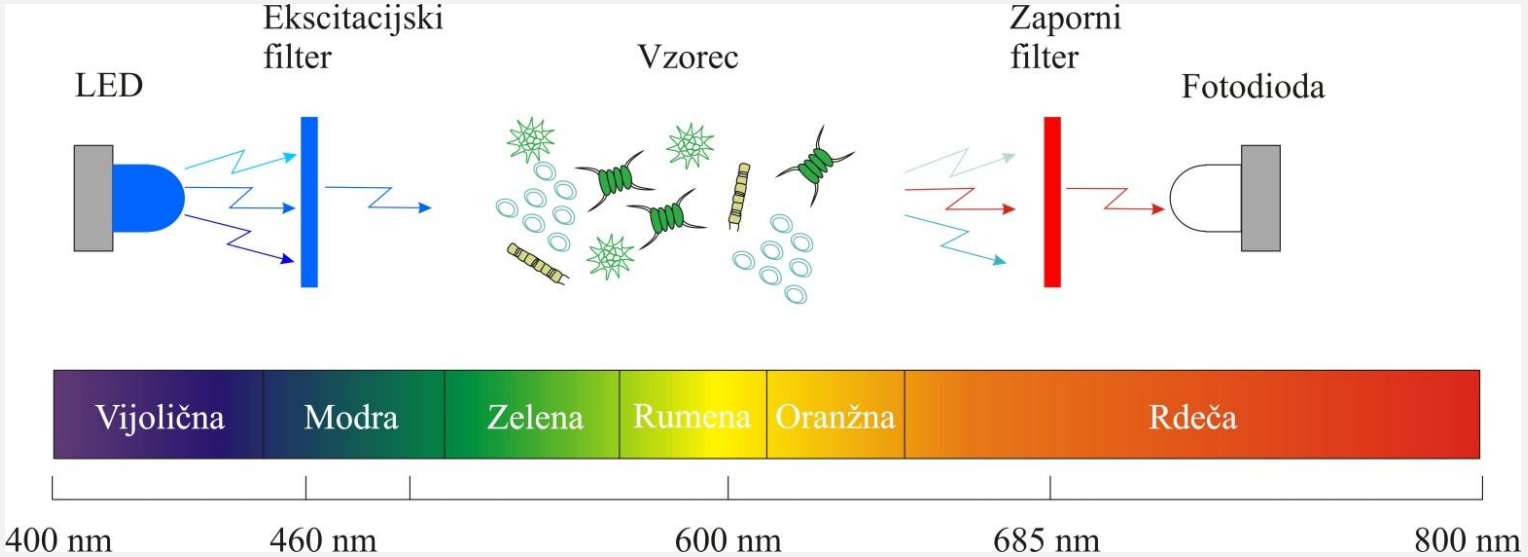
cianobakterije



- fikocianin- pomožni fotosintetski pigment
- fluorescenčni senzorji – količinsko ovrednotenje in vpogled v fiziološko stanje

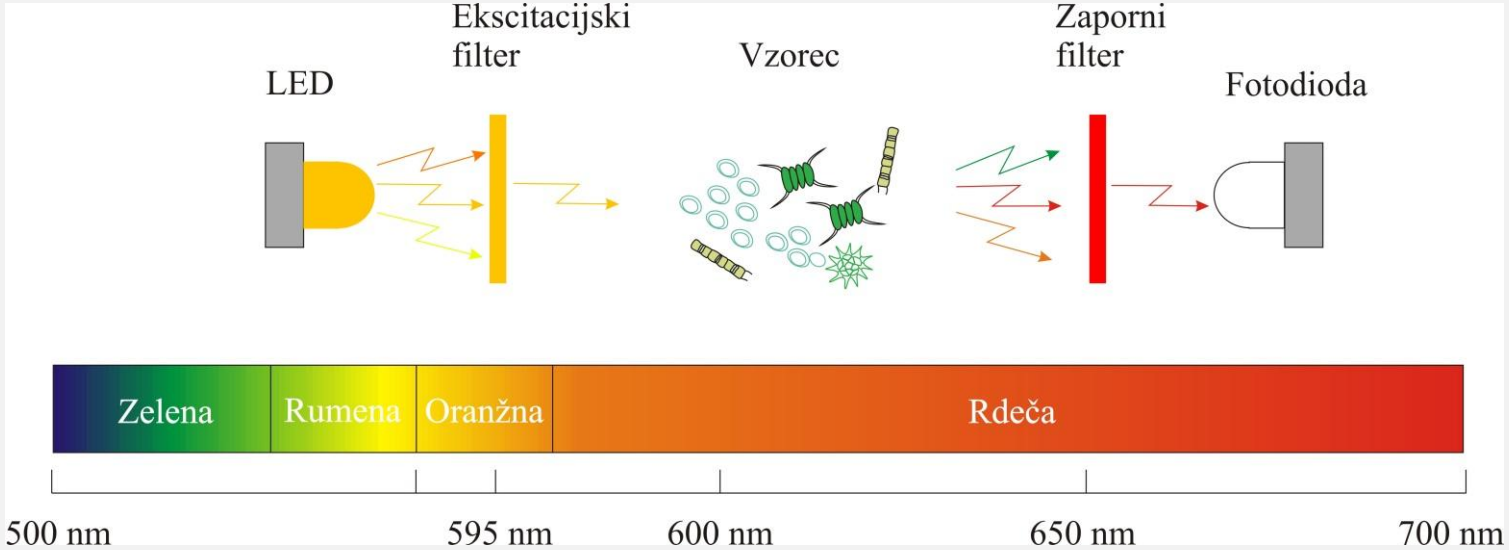
Merjenje avtofluorescence

Zaznavanje fluorescence klorofila



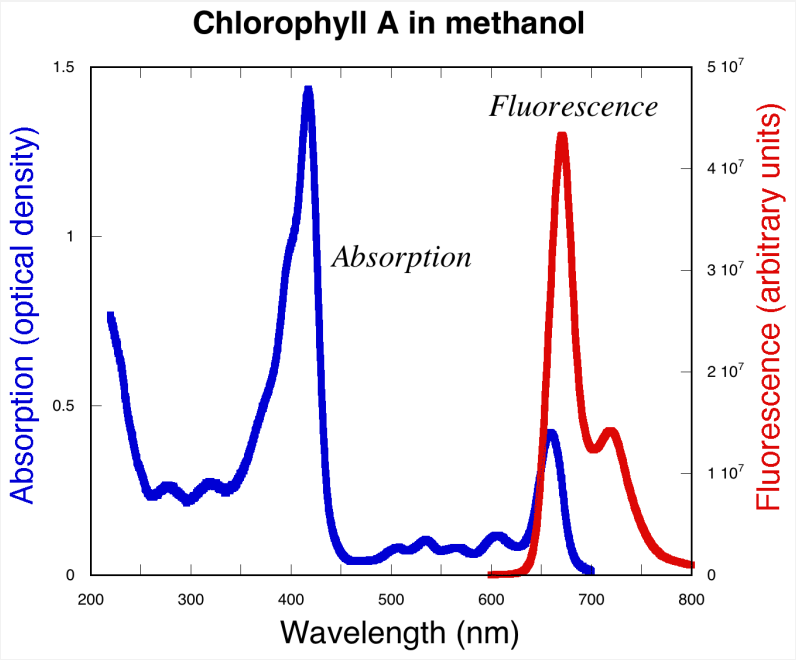
E_x = 440 nm
E_m = 685 nm

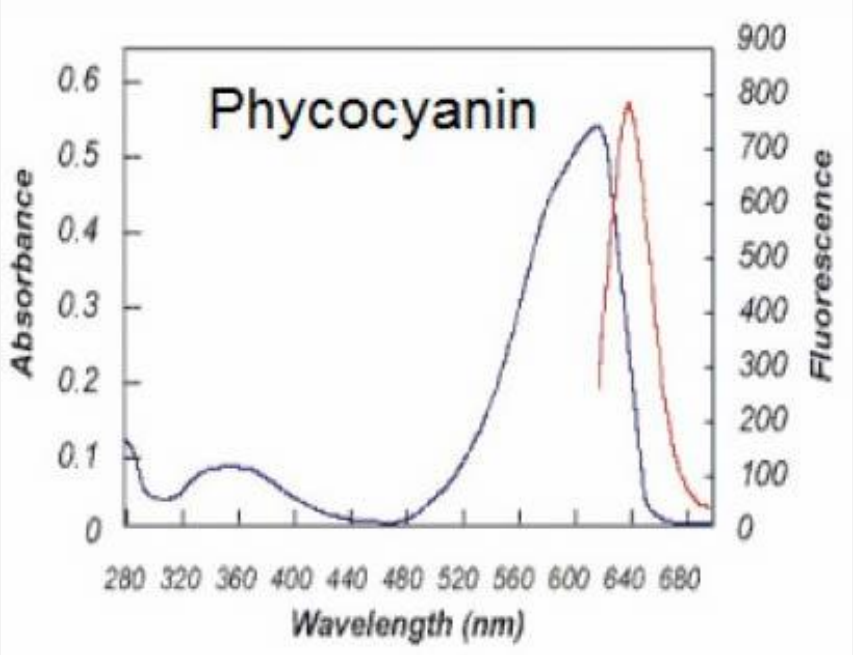
Zaznavanje fluorescence fikocianina



E_x = 630 nm
E_m = 660 nm

Fluorescenca fotopigmentov kot osnova za zaznavanje in razločevanje planktonskih avtotrofov



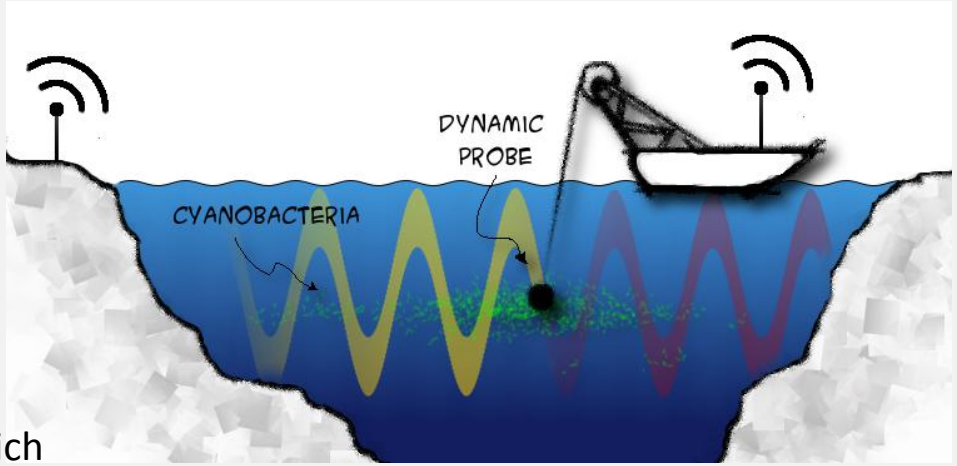


Morska biološka postaja Piran (NIB)

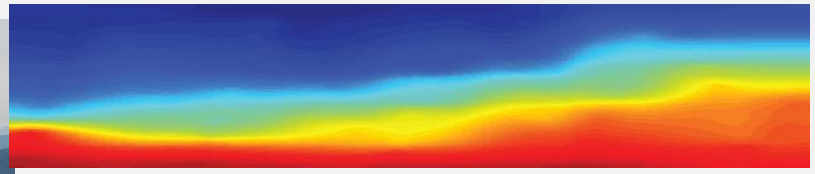
Boja Vida

http://www.nib.si/mbp/en/buoy/data/buoy-time-series-data

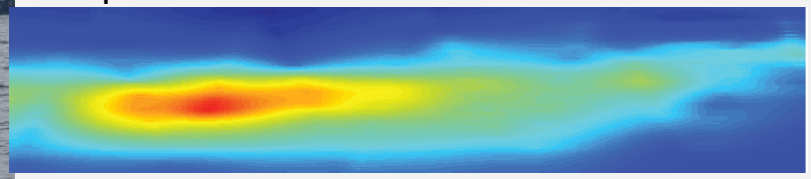
ASV na Zuriškem jezeru



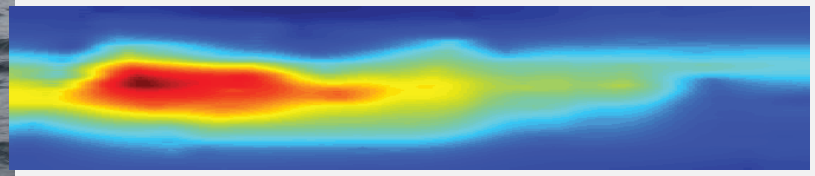
Baumann and Baur, ETH Zurich



Temperatura

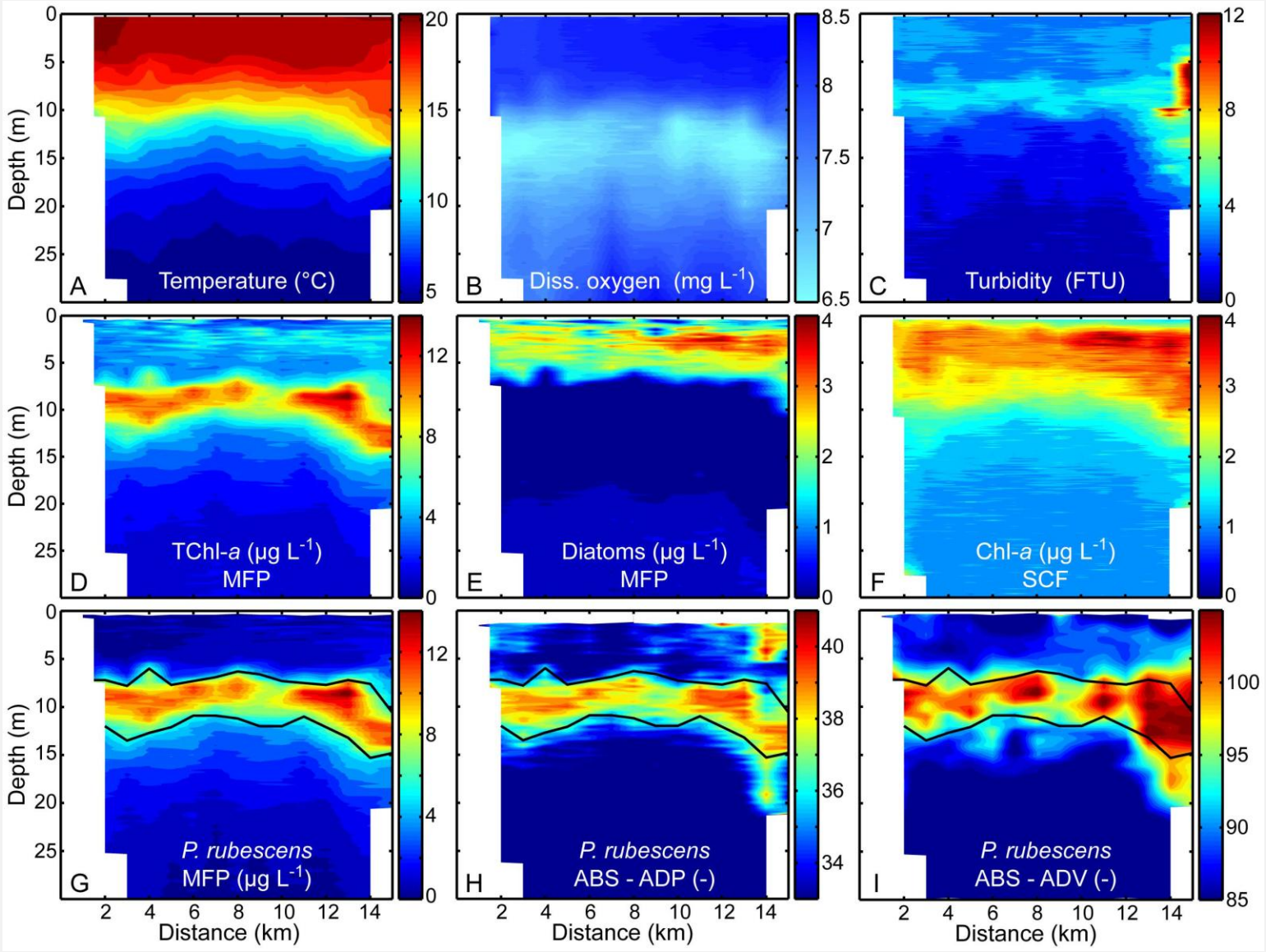


Planktothrix rubescens



Planktothrix rubescens – transect 2

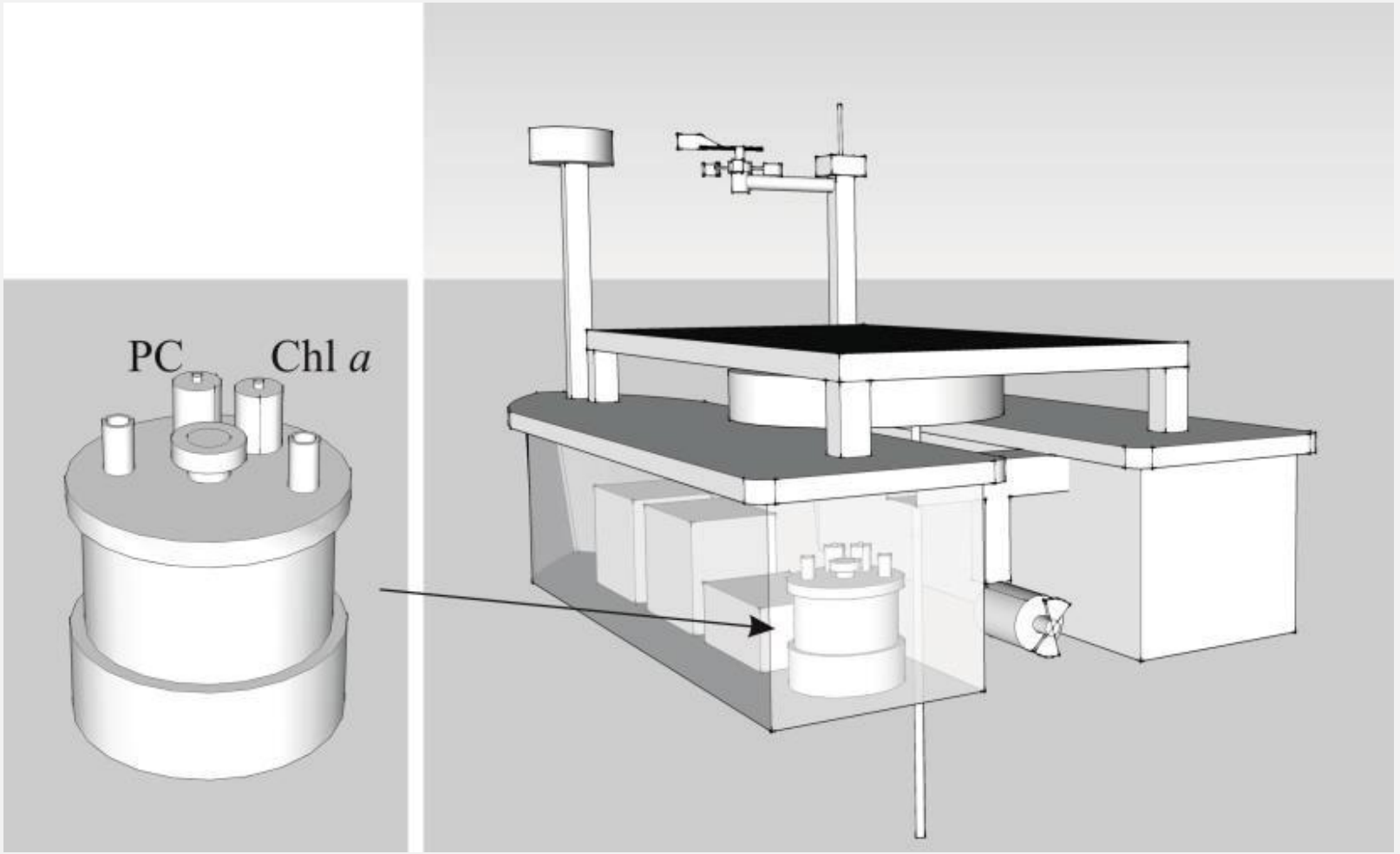
Hitz et al., 2012, IEEE Robotics&Automation Mag.



Jezero Ammer – optična in akustična
(Moldaenke FluoroProbe, MFP)

(Hofmann and Peeters, 2013, PlosOne)

Načrt za izvedbo avtonomnega plovila s komoro za zaznavanje škodljivih cvetenj fito- in bakterioplanktonskih Organizmov (ARHEL d.o.o. in NIB, Ljubljana)



Rozina *et al.*,2015

Nacionalni inštitut za biologijo Ljubljana, Ljubljana v sodelovanju z ARHEL d.o.o.

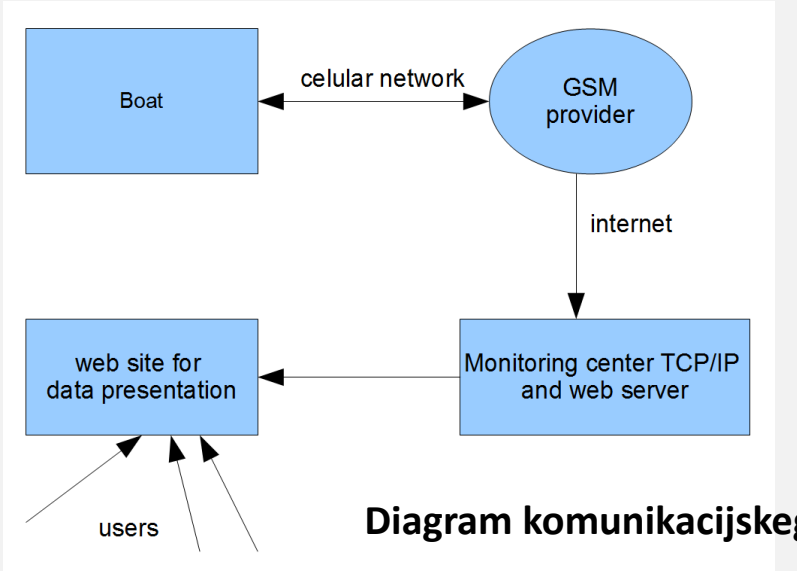
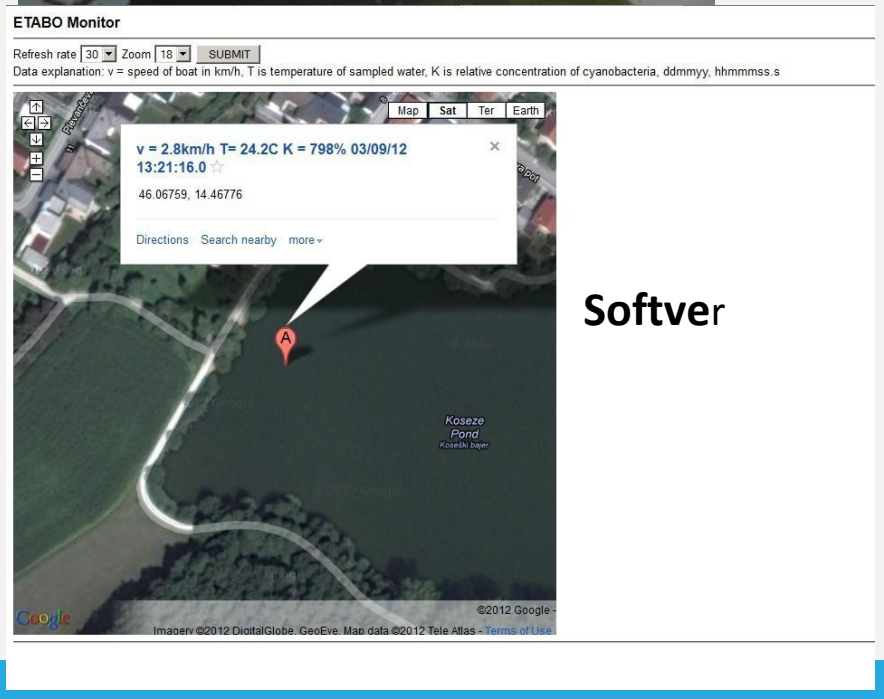


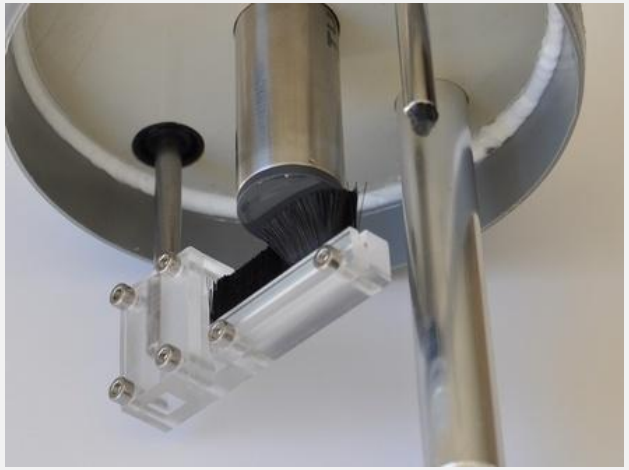
Diagram komunikacijskega sistema



Softver

“Nadzorna soba na bajerju Koseze”

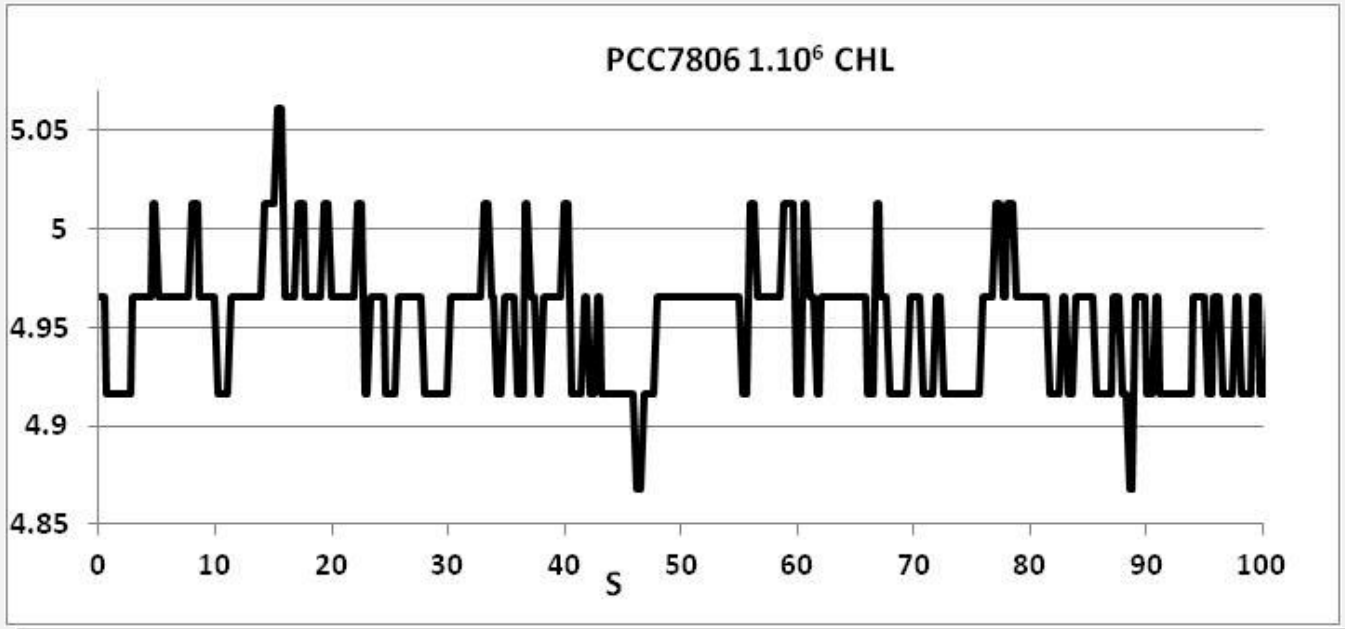
Avtonomno plovilo na sončno energijo za zaznavanje in vzorčenje nevarnih cianobakterijskih cvetenj

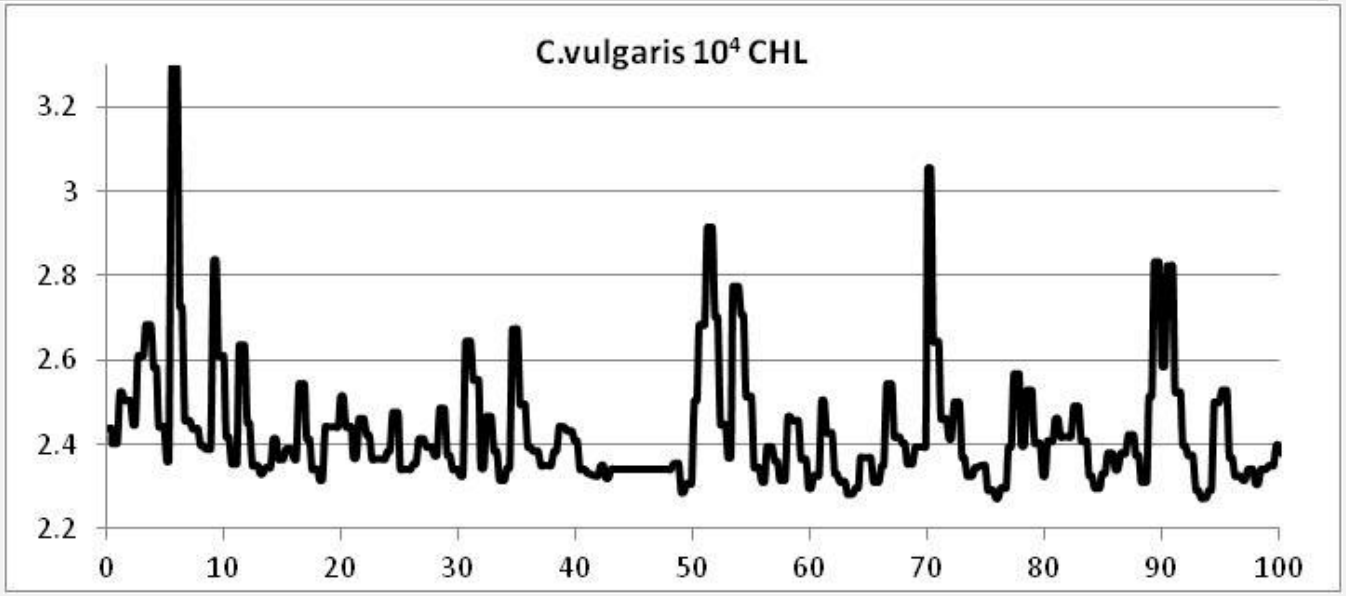


Avtonomno plovilo ver.2

Koseški bajer – vklapljanje pristana v okolje

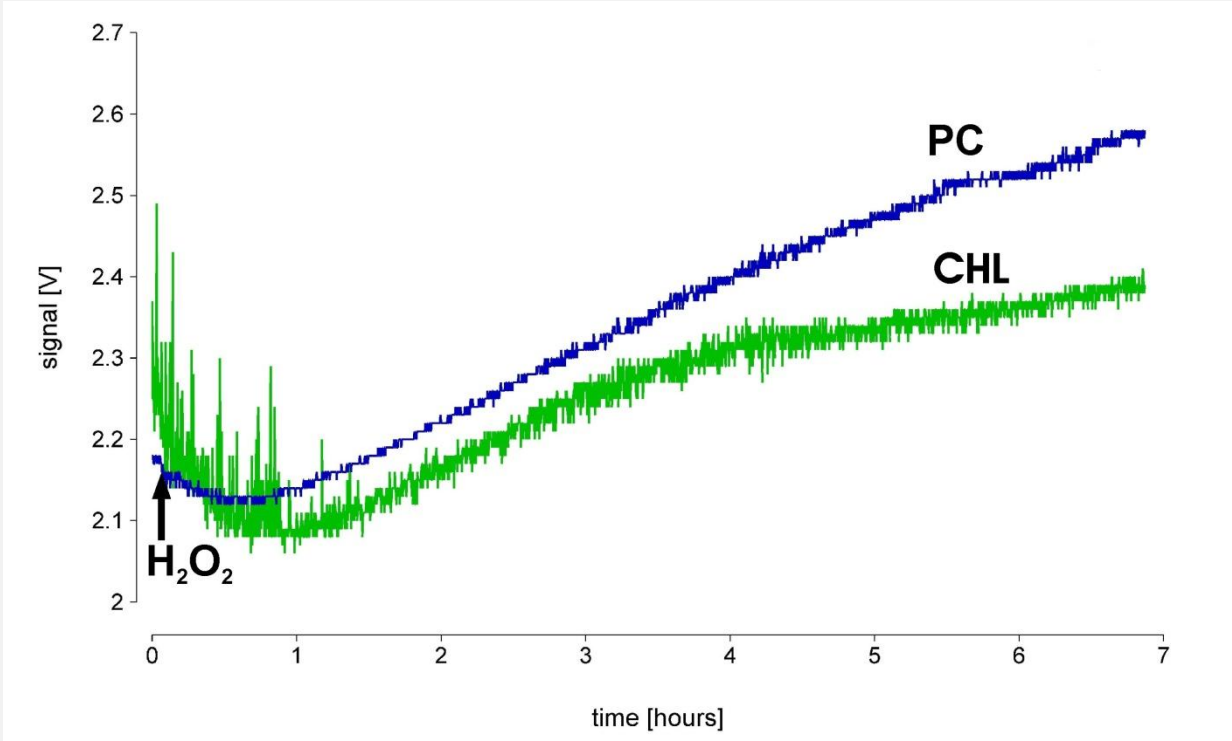
Nova metoda in sistem za zaznavanje koncentracije mikrodelcev v suspenziji in njihove morfološke in fiziološke značilnosti





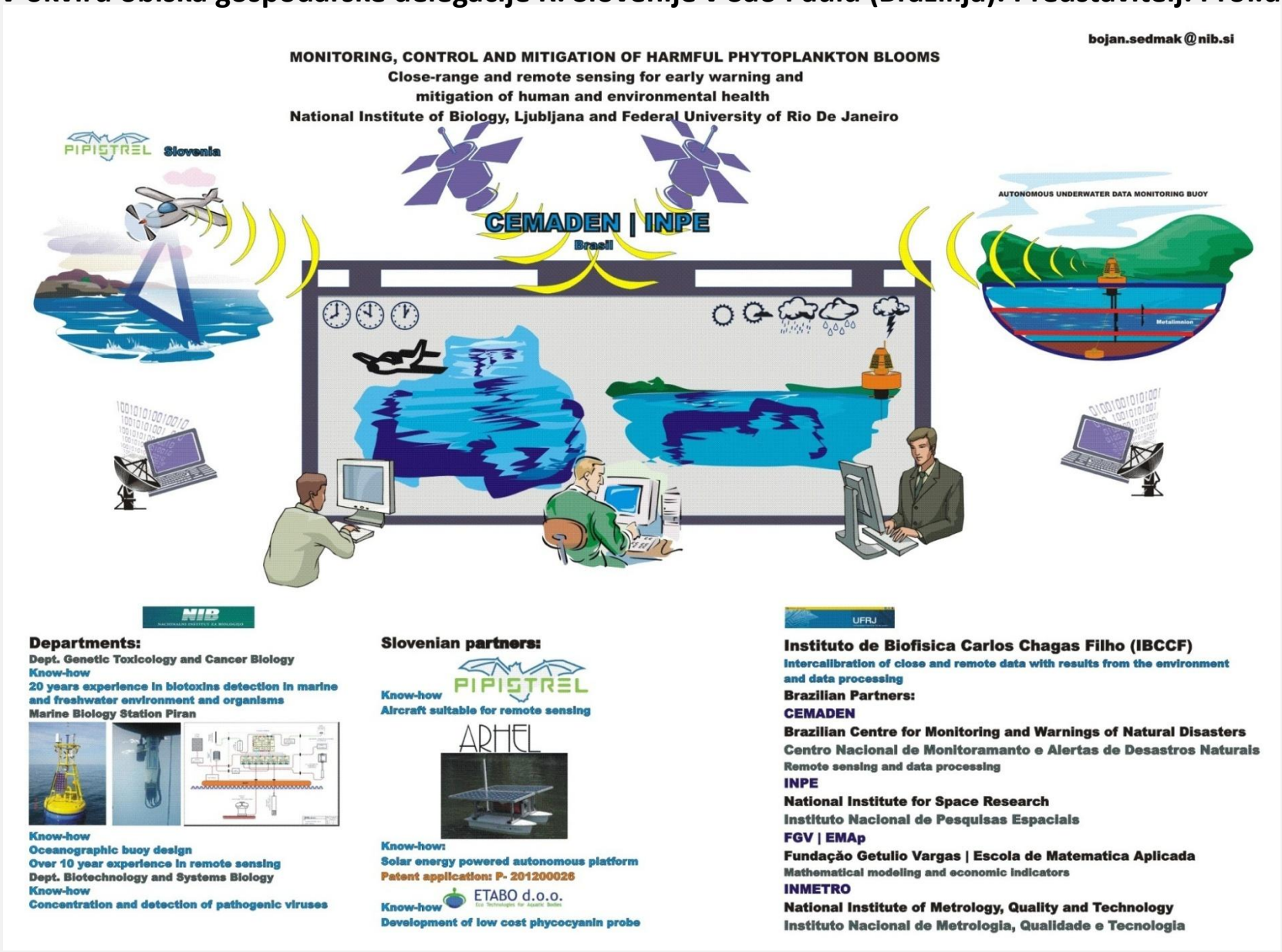
(Sedmak B. in sod. 2015: New European patent application No. EP 15161547.3)

Zaznavanje stresa pri fotoavtotrofih s pomočjo sistema senzorjev fluorescence



Primer predstavitve celovite rešitve monitoringa škodljivih cvetenj.

V okviru obiska gospodarske delegacije R. Slovenije v Sao Paulu (Brazilija). Predstavitelj: Prof.dr. Bojan Sedmak



Benefits:

The increase in human and environmental health.

The system is applicable to freshwater and marine environments.
Monitoring of harmful algal blooms (HAB, CyanoHAB)
Can be used to detect oil spills.

Target markets:
Brasil
China
Israel