

Projekat: Transparentnost podataka kao bitan činilac očuvanja ekoloških usluga hidroakumulacija

„Zeleni inkubator - razvoj kompetentnog civilnog društva za podršku primeni pravnih tekovina Evropske unije u oblasti zaštite životne sredine“

Radionica 1: „Alohtone vrste algi i viših biljaka u hidroakumulacijama“ Uljezi u našim vodama

prof. dr Snežana Simić, Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet
Nevena Đorđević, Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet
Ljiljana Kurčubić, JKP „Vodovod i Kanalizacija“

Nosilac projekta



Udruženje za promociju
i ekološki marketing
prirodnih vrednosti

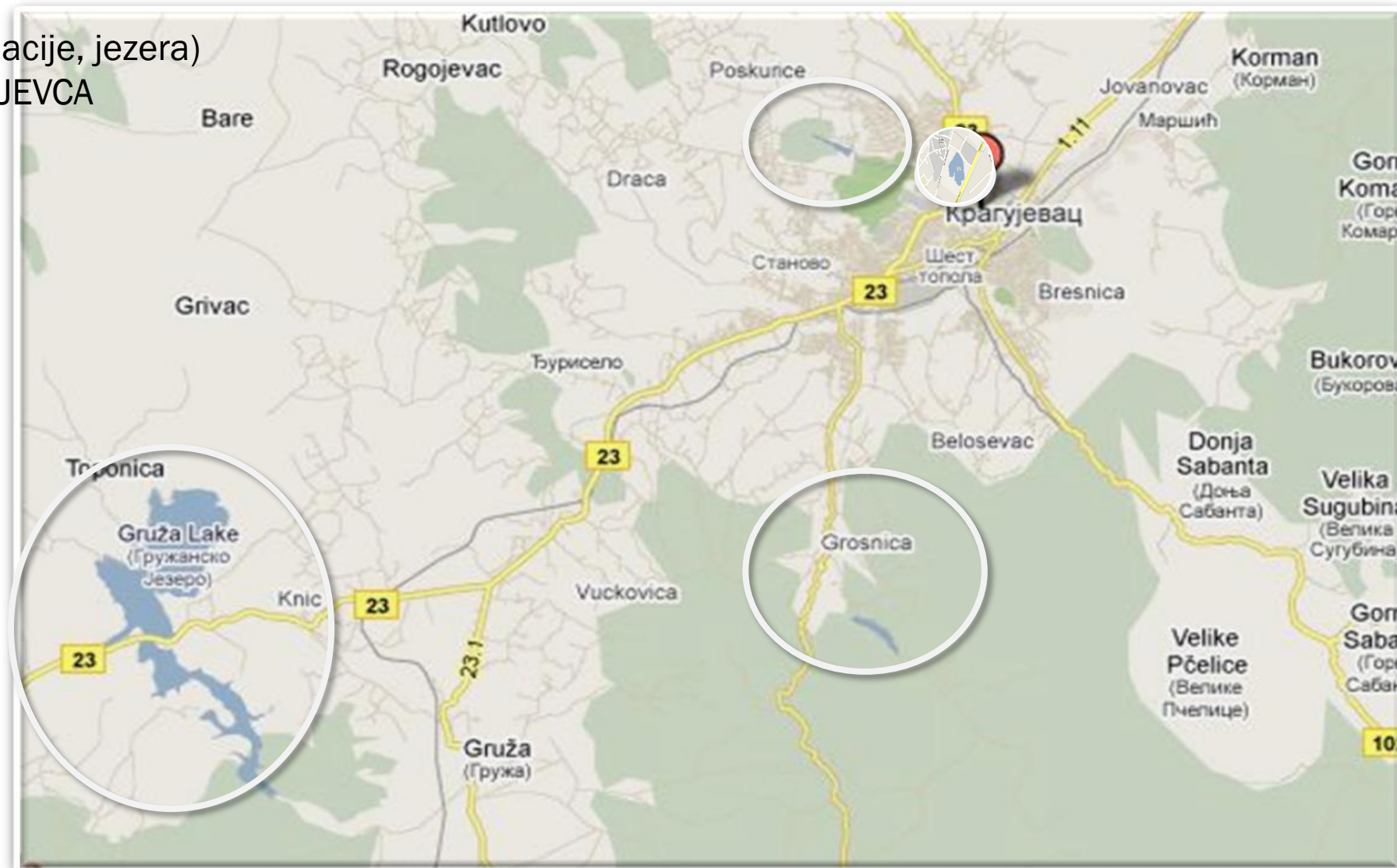
EKOMAR

Saradnici na projektu



Predmet interesovanja:

Stajaći vodeni ekosistemi (akumulacije, jezera)
OD ZNAČAJA ZA GRAĐANE KRAGUJEVCA



Ciljevi projekta:

- **Povećati transparentnost podataka o faktorima i poslasticama ugrožavanja hidroakumulacija u uslovima klimatskih promena**
- **Unaprediti saradnju između zainteresovanih strana, upravljača hidroakumulacijama i javnosti, kao i između upravljača međusobno u cilju unapređenja kvaliteta voda**
- **Unaprediti kvalitet javnih politika u oblasti zaštite i upravljanja vodama na lokalnom nivou**

Period realizacije projekta:
1. 09 2020 - 31. 03 2021. godine



Канцеларија
за сарадњу
са цивилним
друштвом



Udruženje za promociju
i ekološki marketing
prirodnih vrednosti
EKOMAR



BOŠ
BEOGRADSKA
OTVORENA
ŠKOLA



#EY
3A TEBE

Ovaj projekat finansira
Evropska Unija

Radionica 1: „Alohtone vrste algi i viših biljaka u hidroakumulacijama” „ Uljezi u našim vodama”

Prof. dr Snežana Simić, PMF Kragujevac

Nevena Đorđević, asistent PMF Kragujevac

Decembar 23, 2020



INVAZIVNE VRSTE

Autohtona vrsta (native or indigenous species) je vrsta koja živi unutar svog prirodnog areala (prošlog ili sadašnjeg).



Alohtone, nezavičajne, egzotične, pridošle vrste su one koje su unešene, namerno ili nenamerno, na neko područje na kojem prirodno nisu rasprostranjene.

- Naturalizirana alohtona vrsta (naturalized species) je alohtona vrsta koja se kontinuirano razmnožava i održava svoju populaciju duže od jednog životnog ciklusa, ali da ne ugrožava prirodne ekosisteme, staništa ili vrste.
- Invazivna alohtona vrsta (invasive alien species) ili samo alohtona vrsta je ona čija populacija svojim postojanjem i širenjem preteče ekosistemima, staništima i/ili vrstama ekonomskom i/ili ekološkom štetom.

Invazivne alge i više biljke su pojedine vrste koje pokazuju:

- izuzetnu sposobnost razmnožavanja,
- često veliku gustinu i pokrovnost,
- uspešno nezavisno rasprostranjivanje na području na koje su unešene,
- te prikladne fiziološke prilagođenosti na uslove u novoj sredini.

Kako se šire invazivne vrste?

Iz celoga sveta

Vrsta koja je prirodno rasprostranjena na jednom području, može biti strana na drugom.

Unos

Nameran i nenameran

- ptice
- brodovi
- balastna voda
- akvarijumi

Mnoge ljudske aktivnosti posredno olakšavaju dolazak stranih vrsta gradnja kanala, tunela, prometni koridori i sl., kojima se potom strane vrste same šire



Lista invazivnih vrsta viših biljaka

<http://www.issg.org/database/species/search>

- *Acer negundo*
- *Asclepias syriaca*
- *Ambrosia artemisiifolia*
- *Aster lanceolatus*
- *Bidens frondosa*
- *Erigeron annuus*
- *Erigeron canadensis*
- *Helianthus tuberosus*
- *Solidago gigantea*
- *Echinocystis lobata*
- *Echinochloa crus-galli*
- *Paspalum distichum*
- *Elodea canadensis*
- *Elodea nuttallii*
- *Amorpha fruticosa*
- *Robinia pseudacacia*
- *Reynoutria japonica*
- *Azolla filiculoides*
- *Impatiens glandulifera*
- *Impatiens parviflora*
- *Artemisia verlotiorum*
- *Aster versicolor*
- *Galinsoga ciliata*
- *Galinsoga parviflora*
- *Rudbeckia laciniata*
- *Solidago canadensis*
- *Xanthium italicum*
- *Armoracia rusticana*
- *Sorghum halepense*
- *Fraxinus americana*
- *Fraxinus pennsylvanica*
- *Oenothera biennis*
- *Phytolacca americana*
- *Reynoutria sachalinensis*
- *Celtis occidentalis*
- *Ulmus pumila*
- *Prunus padus*
- *Prunus serotina*
- *Parthenocissus quinquefolia*
- *Vitis riparia*
- *Amaranthus retroflexus*
- *Impatiens noli-tangere*
- *Aster novi-belgii*
- *Aster × salignus*
- *Aster tradescantii*
- *Conyza albida*
- *Conyza sumatrensis*
- *Helianthus decapetalus*
- *Iva xanthifolia*
- *Matricaria discoidea*
- *Xanthium spinosum*
- *Xanthium strumarium*
- *Cuscuta campestris*
- *Bryonia dioica*
- *Cyperus strigosus*
- *Euphorbia maculata*
- *Cenchrus incertus*
- *Eleusine indica*
- *Juncus tenuis*
- *Broussonetia papyrifera*
- *Oenothera depressa*
- *Oxalis stricta*
- *Reynoutria x bohemica*
- *Veronica persica*
- *Datura stramonium*
- *Lycium barbarum*
- *Solanum elaeagnifolium*

Lista invazivnih vrsta algi i cijanobakterija

<http://www.issg.org/database/species/search>

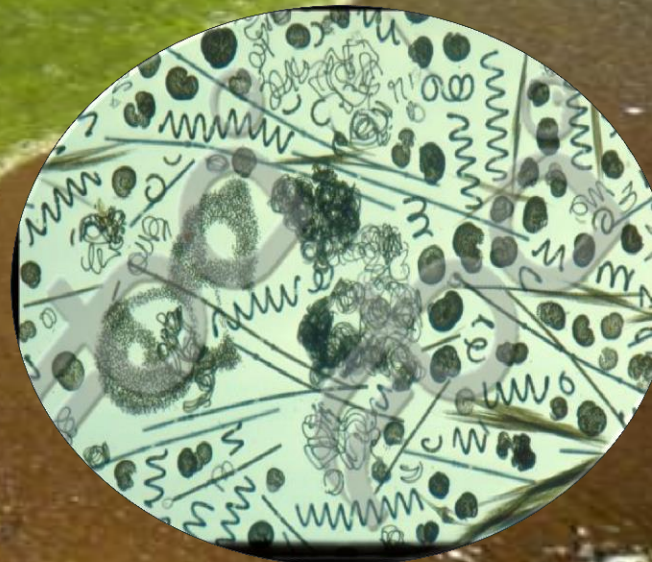
- *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta)
- *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta)
- *Hypnea musciformis* (Rhodophyta)
- *Kappaphycus spp.* (Rhodophyta)
- *Polysiphonia brodiei* (Rhodophyta)
- *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta)
- *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta)
- *Codium fragile ssp. tomentosoides* (Chlorophyta)
- *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta)

- *Didymosphenia geminata* (Bacillariophyta)
- *Anabaenopsis cunningtonii* (Cyanobacteria)
- *Chrysosporum bergii* (Cyanobacteria)
- *Cuspidothrix issatschenkoi* (Cyanobacteria)
- *Dolichospermum lemmermannii* (Cyanobacteria)
- *Nodularia spumigena* (Cyanobacteria)
- *Planktothrix rubescens* (Cyanobacteria)
- *Raphidiopsis raciborskii* (Cyanobacteria)
- *Raphidiopsis mediterranea* (Cyanobacteria)
- *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Cyanobacteria)



Global Invasive Species Database

Cijanobakterije u fitoplanktonu



Cyanobacteria (Cyanophyta)

Najstariji fotoautotrofni organizmi

Prokarioti – nemaju jedro

Bakterije – alge?

Pigmenti: hlorofil a

Fikocijanin + hlorofil = modrozeleni boja

Različiti odnosi fikocijanina i fikoeritrina od purpurne do crvene boje

Veličina

1 mm = 1000 μ m

1 μ m = 0.001 mm



Ekologija

Jezera, bare, močvare, reke, potoci...

Čista i zagađena voda

Zemljište, vlažne podloge

Hladna (- 70 °C) i topla voda (+80 °C)

Mora, okeani

Lišajevi...

Značaj

Fotoautotrofni organizmi (O₂)

Primarni producenti

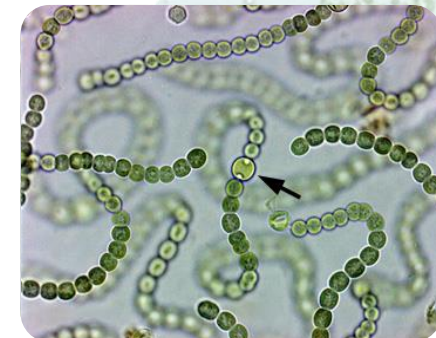
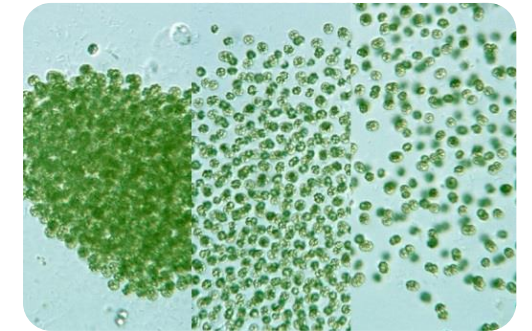
Azotofiksatori

Indikatori saprobnosti i trofije

Primena: biofertilizatori, bioremedijacija vode, zemljišta, dodatak u ishrani ljudi i životinja....

Sekundarni metaboliti

Toksini - cijanotoksini



Cvetanje cijanobakterija

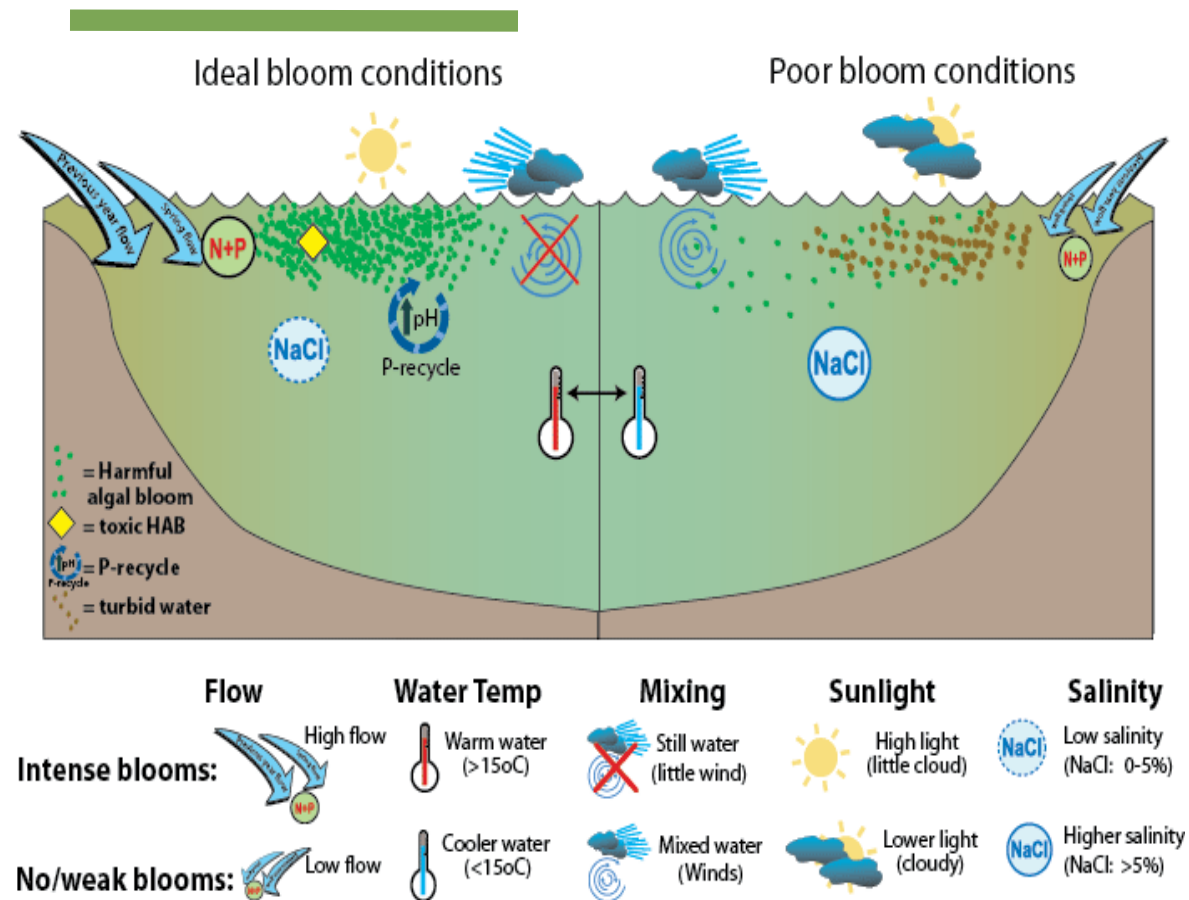
Naglo razmnožavanje ćelija i masovno razviće cijanobakterija, koje se manifestuje kao vidljiva nakupina na površini vode ili kao odsustvo providnosti uz naglašenu plavo-zelenu boju



Uslovi koji dovode do cvetanja cijanobakterija

- Slaba pokretljivost vode
- Temperatura od 15°C do 30°C (najbolje 21°C - 27°C) (neke vrste cvetaju i na nižim temperaturama)
- Neutralna do alkalna sredina (od 6-9 i više)
- Povećana koncentracija N i P
- Niska koncentracija ugljendioksida

Jezera, bare, rukavci reka



Conceptual diagram detailing the main factors that determine HAB occurrence and characteristics in the Potomac River

Razlika između opasnog i neopasnog algalnog cvetanja

➤ Neopasno algalno cvetanje

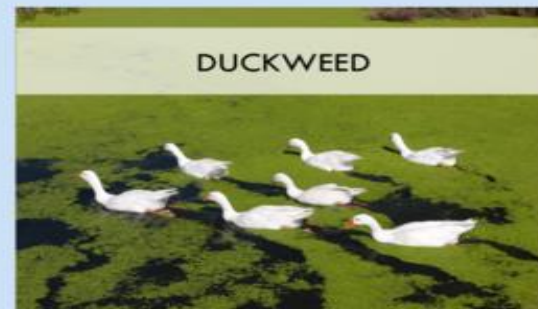
Filamentozne zelene alge (Chlorophyta)

➤ Opasno algalno cvetanje

Modrozeleni alge (Cyanobacteria)

Harmful algal bloom – HAB

Not Harmful



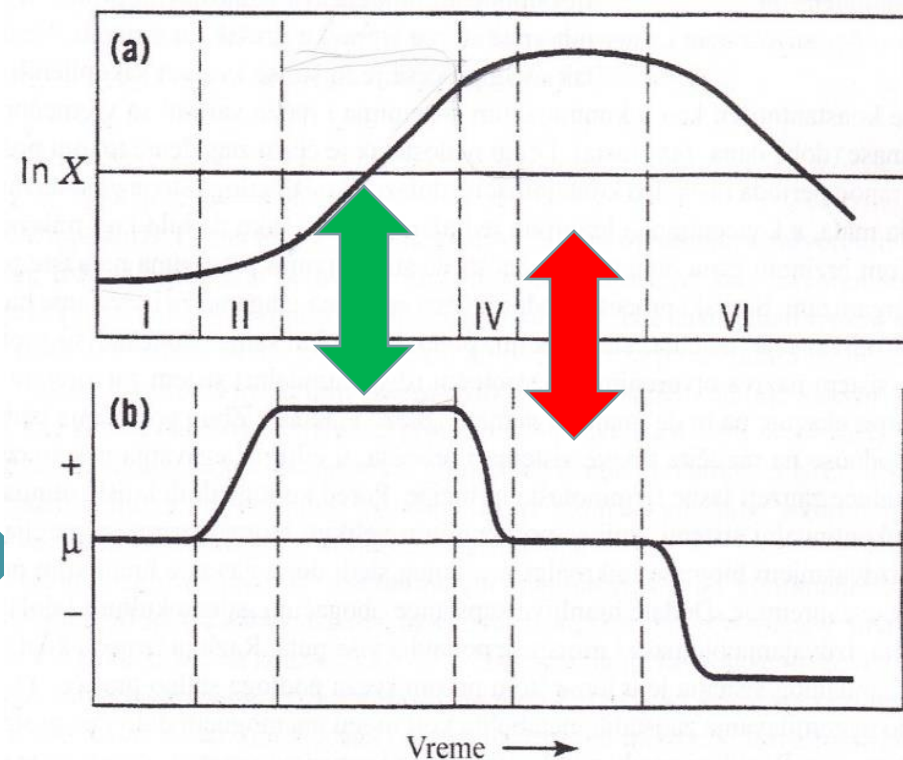
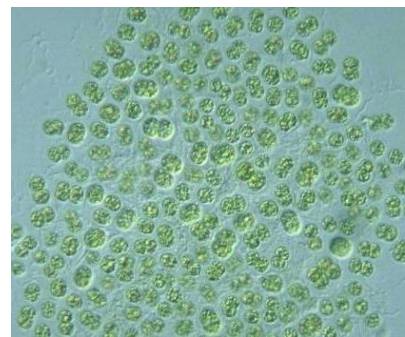
Harmful



Izgled i boja "cveta"



Toksini – produkti sekundarnog metabolizma cijanobakterija - biološki aktivne materije



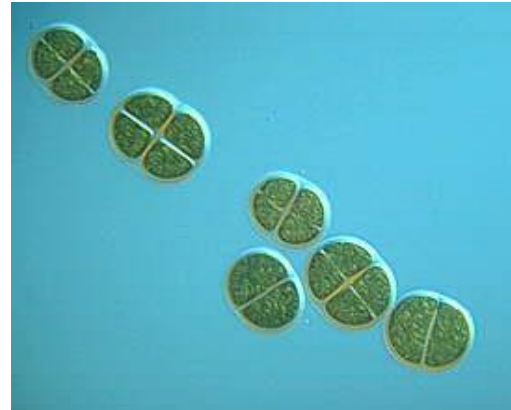
Period produkovanja primarnih metabolita

Period produkovanja sekundarnih metabolita - toksina
- vrsta cijanobakterije, starost ćelija, stres

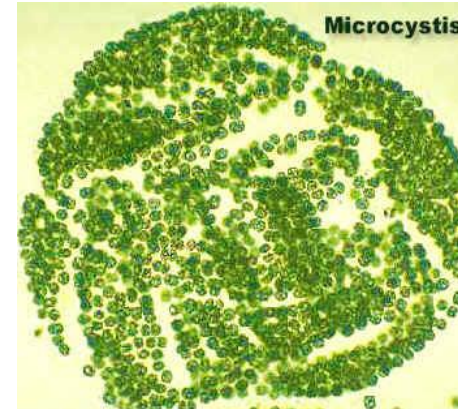
Neke vrste cijanobakterija koje cvetaju i proizvode toksine:



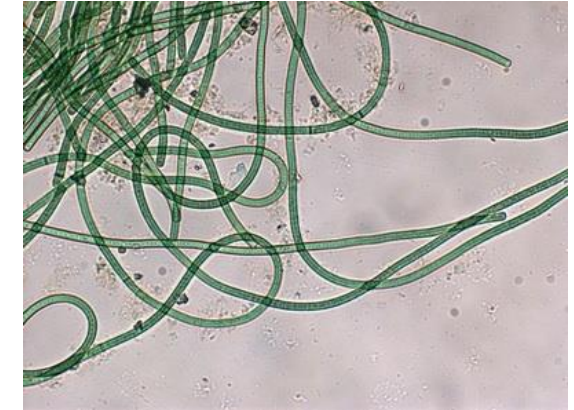
Synechococcus



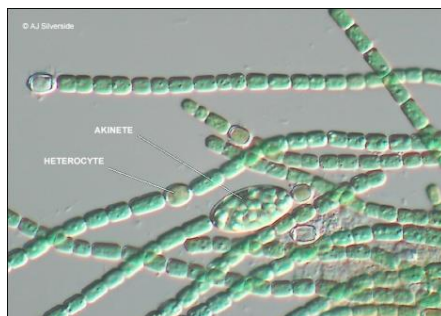
Chroococcus



Microcystis



Oscillatoria



Anabaena



Aphanizomenon



Anabaenopsis



Raphidiopsis

Nije svaka cijanobakterija toksična, nisu svi sojevi iste vrste toksični!

Produkcija toksina zavisi od:

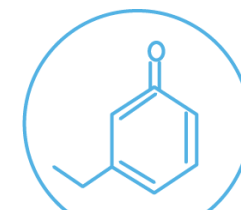
- vrste, soja,
- starosti ćelija,
- prisustva vezanog azota,
- prisustva predatora,
- prisustva stresnih faktora
- (promena temperature, pH, svetlosti.....)

**SVAKO CIJANOBAKTERIJSKO CVETANJE
TREBA SMATRATI TOKSIČNIM
DOK SE NE DOKAŽE SUPROTNOST !!!**



Vrste toksina

Vrsta cijanobakterije	Grupa toksina	Ciljni organ
	CIKLIČNI PEPTIDI	
<i>Microcystis, Anabaena, Oscillatoria, Nostoc</i>	Mikrocistini	Jetra
	ALKALOIDI	
<i>Anabaena, Oscillatoria, Aphanizomenon</i>	Anatoksin- a	Nervni sistem
<i>Anabaena</i>	Anatoksin- b	Nervni sistem
<i>Lyngbia, Schizotrix, Oscillatoria</i>	Aplisiatoksin	Koža
<i>Lyngbia</i>	Lingbiatoksin- a	Koža, organi za varenje
<i>Anabaena, Lyngbia, Cylindrospermopsis</i>	Saksitoksini	Nervni sistem
<i>Cylindrospermopsis</i>	Cylindrospermopsin	Jetra



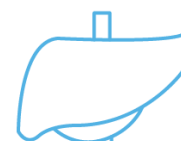
Cyclic Peptides



Alkaloids



Lipopolysaccharides



Hepatotoxins

affecting the liver



Neurotoxins

affecting nerve tissue



Dermatotoxins

affecting skin, mucous membranes & tissue



Cytotoxins

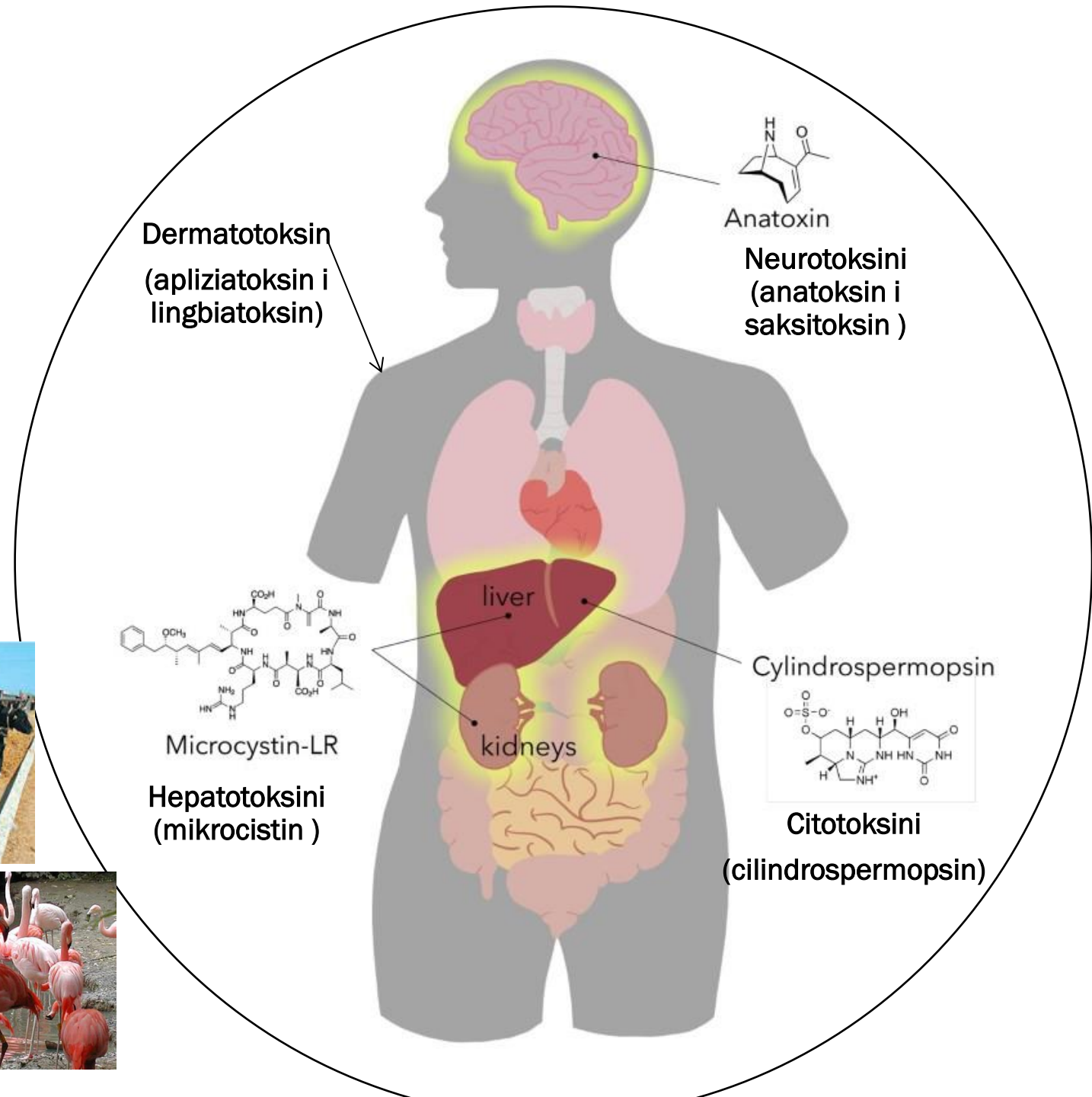
affecting cell function

Vrste toksina

ČOVEK

Ciljni organ

ŽIVOTINJE



Simptomi i zdravstveni rizici

➤ nakon direktnog kontakta sa cijanotoksinima

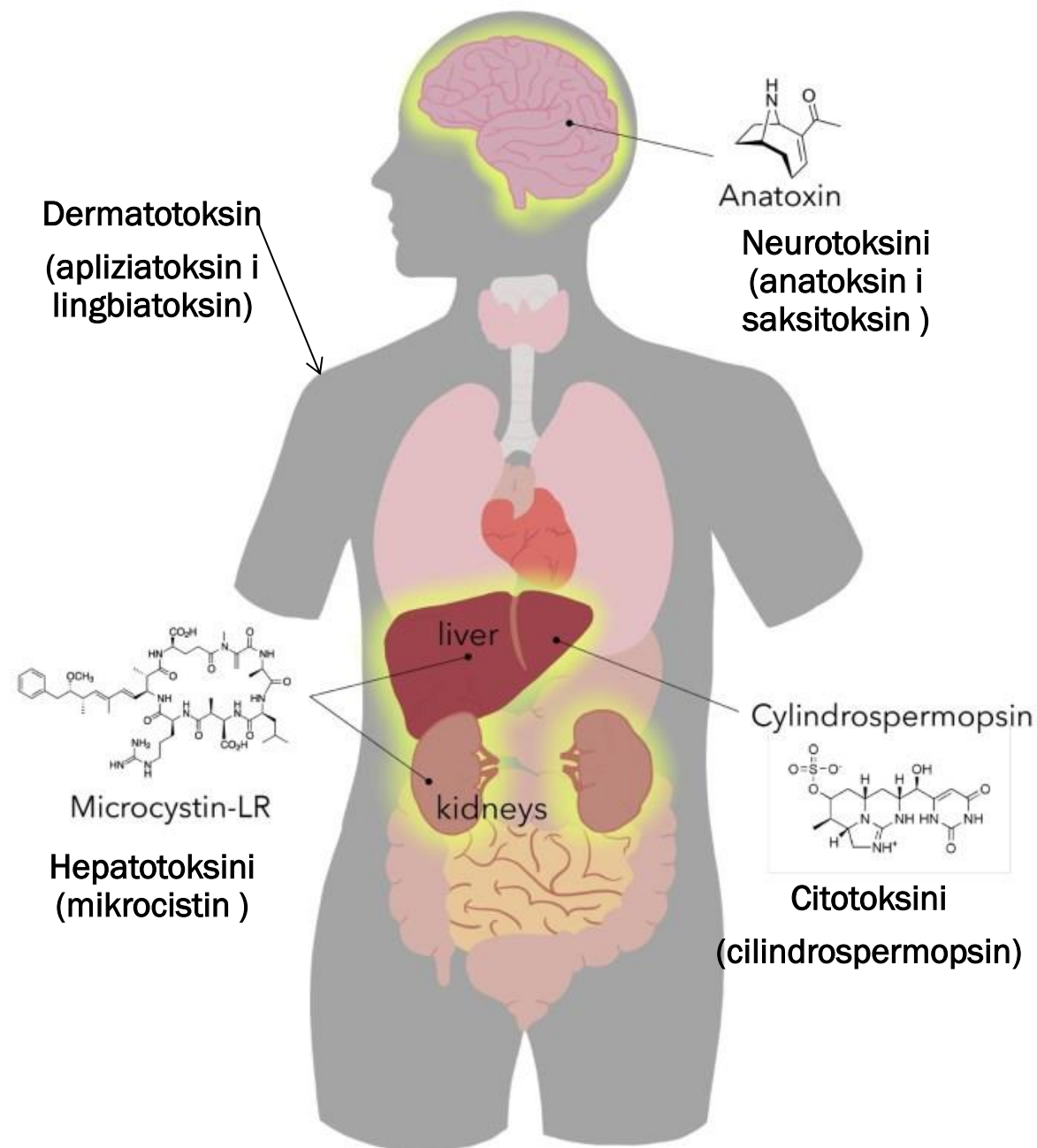
svrab, osip, astma, iritacija očiju, nosa, grla, ušiju i kože

➤ ako se progutaju

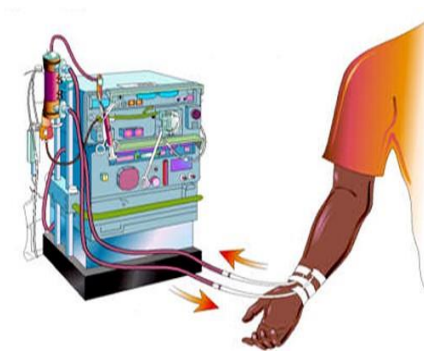
uzrokuju opštu slabost, anoreksiju, mučninu, gastroenteritis, mučninu povraćanje, hladne ekstremitete

konvulzije, groznicu, podrhtavanje mišića, cijanozu, savijanje vrata unazad, nesvesticu, paralizu, respiratorni ili kardijalni zastoj, smrt

tumorska promocija i karcinogeneza



Glavni putevi izloženosti



Samo laboratorijski standardizovani testovi mogu potvrditi da li je i koliko cvetanje rizik za zdravlje ljudi i životinja.

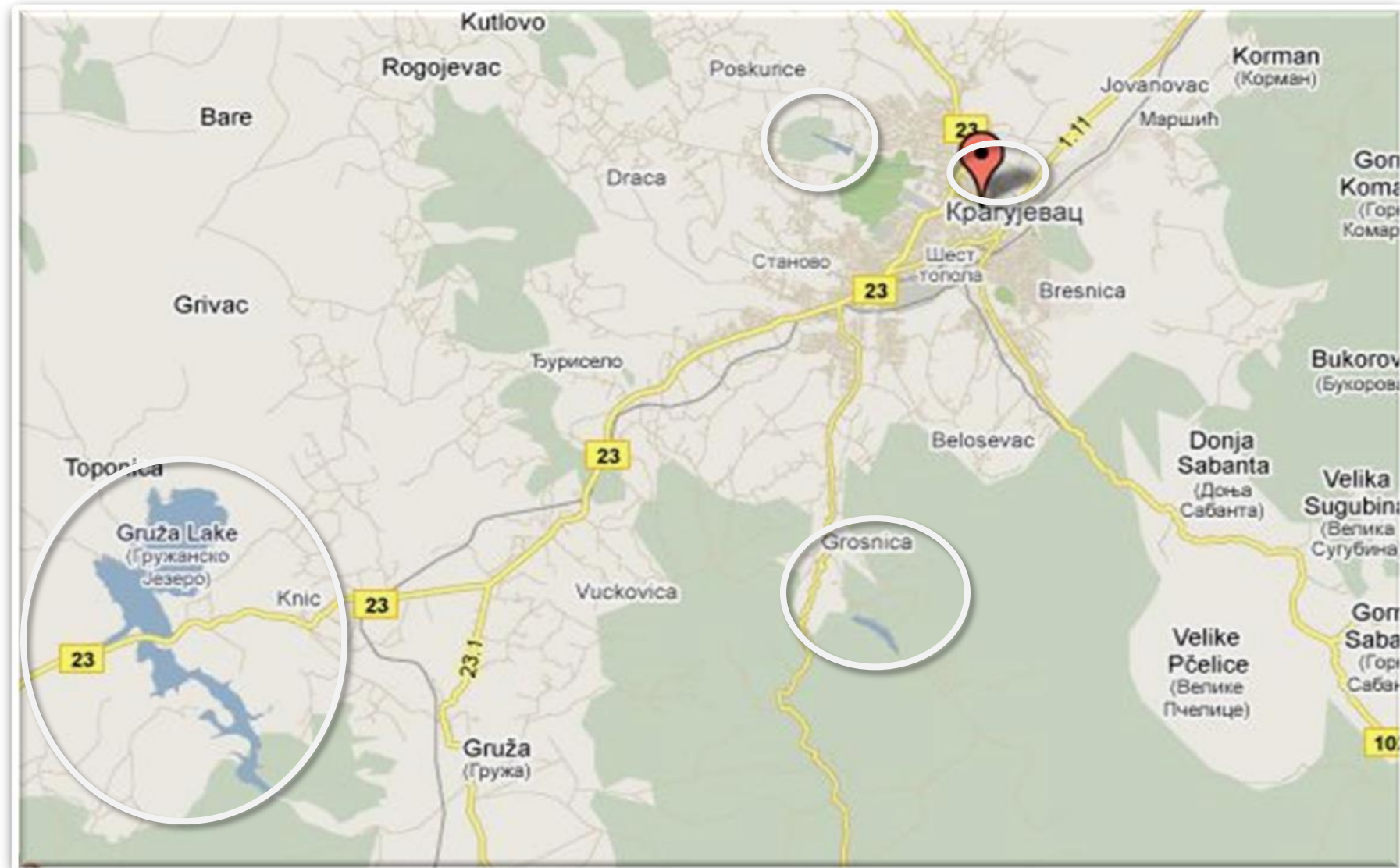
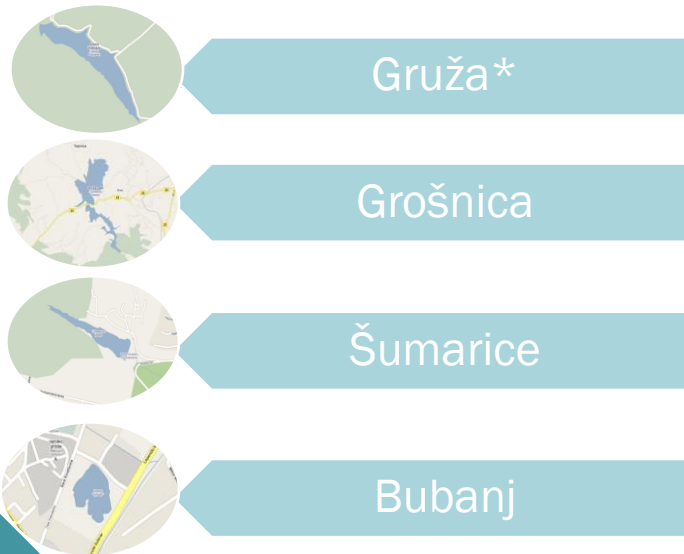
- Uzorkovan cvetajući materijal se sakuplja u staklenim ili plastičnim bocama sa bezbednim zatvaračem u cilju transporta do laboratorije koja je opremljena za analize cijanotoksina.
- Konzervansi se ne smeju dodavati u uzorke vode.
- Preporučuje se transport uzorka u u ručnom frižideru.



High pressure liquid chromatography - HPLC

VODENI EKOSISTEMI KRAGUJEVCA?

Stajaći vodeni ekosistemi



Akumulacija Gruža

Izgradnja brane 1979. – 1985. god.

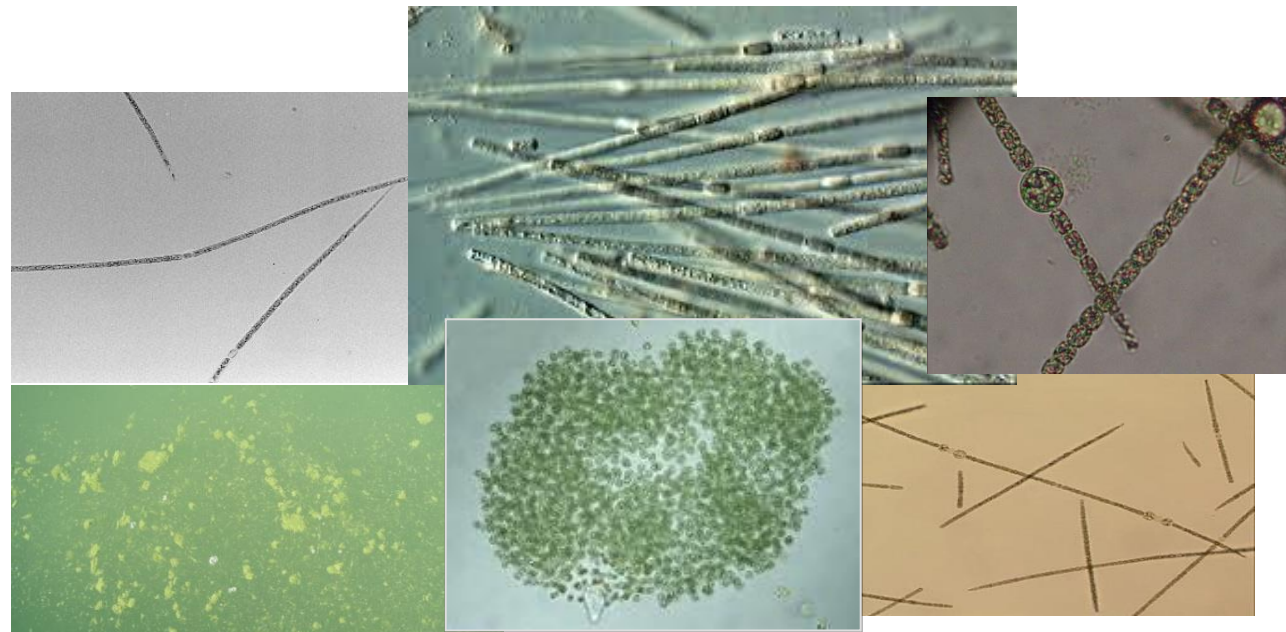
Površini - 934 ha

Dužina akumulacije -13 km; širina 300 - 2800 m

Dubina 1.3 - 31 m



Prisutno cvetanje
cijanobakterija



1985...1989...1994...2003...2011...2014/15.
....2020

Aphanizomenon flos-aquae
Cuspidothrix issatschenkoi
Planktothrix rubescens
Microcystis sp.
Anabaena flos aquae
Dolichospermum planctonicum
Aphanizomenon aphanizomenoides
Lyngbia limnetica



Akumulacija Gruža

2020. godina



Aphanizomenon flos-aquae
Microcystis aeruginosa

Prisutno cvetanje
cijanobakterija



Cvetanje
Aphanizomenon flos-aquae



Akumulacija Gruža

Faktori ugrožavanja akumulacije Gruža

- Prisustvo 22 okolna naselja zajedno sa bespravnom izgradnjom preko 150 objekta
- Otpadne vode naselja i pojedinačnih objekata koje dospevaju u akumulaciju
- Prometni saobraćaj na mostu
- Privredne aktivnosti u slivu akumulacije
- Povećana količina otpada na obalama akumulacije kao posledica različitih rekreativnih aktivnosti.



Akumulacija Gruža

Faktori ugrožavanja akumulacije Gruža

- Intenzivne poljoprivredne aktivnosti neprilagođene specifičnostima područja
- Neadekvatno korišćenje poljoprivrednog zemljišta i nekontrolisana upotreba hemijskih sredstava u poljoprivredi (pesticidi, veštačka đubriva);



Akumulacija Grošnica

Izgradnja brane 1931. – 1937. (1960-1962) god.
Površini - 22 ha
Dužina akumulacije -1750 m; širina 150 - 250 m
Dubina 22 m



1950/52...1998/99...2011...2015.



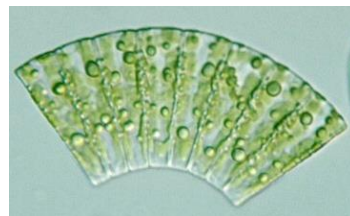
Nema cvetanja cijanobakterija

Akumulacija Grošnica

2020.

Nema cvetanja cijanobakterija

Cyclotella ocellata
Stephanodiscus astrea
Meridion circulare
Asterionella formosa
Dicellula planctonica
Dinobryon divergens



Faktori ugrožavanja akumulacije Grošnica

Nema faktora ugrožavanja

- U slivnom području akumulacije ne postoje industrijski objekti
- Desna obala akumulacije Grošnica je ograđena
- U široj zoni sanitarne zaštite ne postoje zagađivači



Akumulacija Šumarice

Izgradnja brane 1967. god.

Površini - 19 ha

Dužina akumulacije -1300 m; širina 175 m

Prosečna dubina 8 -9 m



Namenjeno sportu i rekreaciji

Akumulacija šumarice

1994-2013

Nije bilo cvetanja
cijanobakterija



Spirogyra sp.



April-maj



Chara sp. Ukazuje na dobar kvalitet vode



jun 2010

Fragillaria crotonensis
Septembar



“Cvetanje algi ”
Netoksično!!!!!!

Smetnje za rekreaciju
izgled, miris.....
netoksično !!!!!

Cvetanje cijanobakterija

Avgust – oktobar – novembar - 2014



Aphanizomenon sp. !!!!!!!!

Povećana koncentracija P i N

Suma padavina
1 -31 maj 2014.

227.0

Prosek za maj

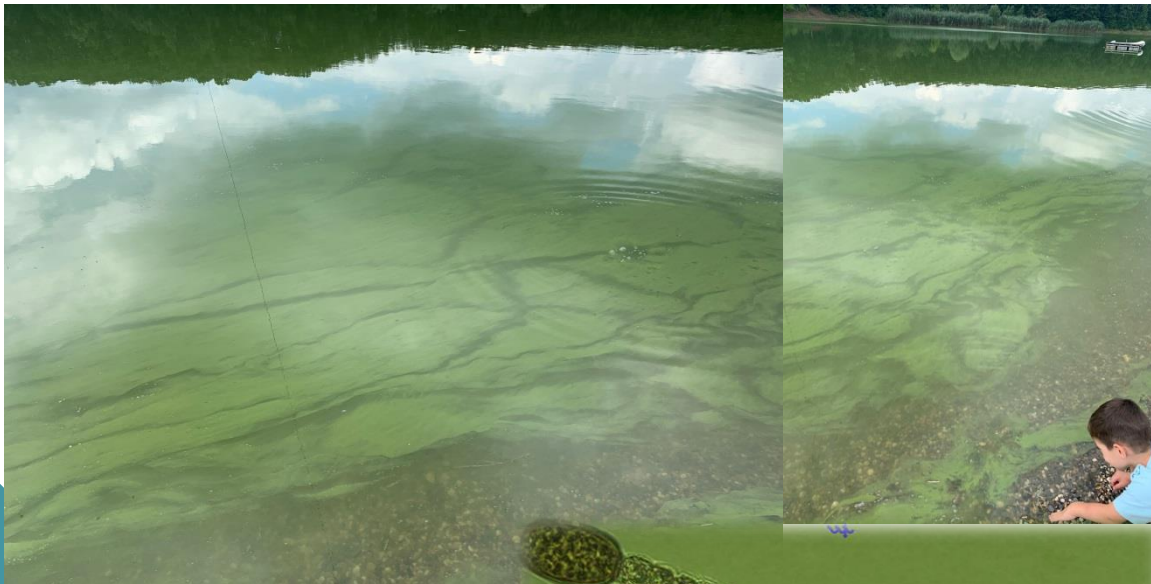
73.8

Akumulacija Šumarice

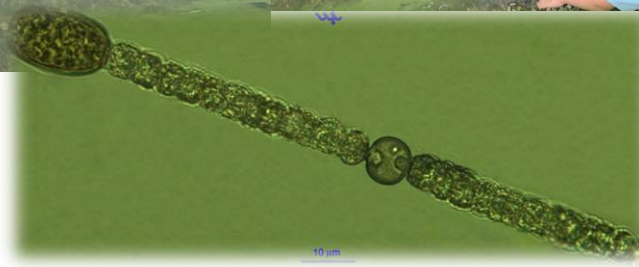
2020.

avgust

oktobar



Chrysosporum bergii



Microcystis wesenbergii



Akumulacija Šumarice

Faktori ugrožavanja akumulacije Šumarice

- Otpadne vode koje se Sušičkim potokom ulivaju u akumulaciju.
- Potoci u koje se uliva kanalizaciona voda u neposrednoj blizini akumulacije;
- Rekreativne aktivnosti na levoj i desnoj obali jezera
- Povećana količina komunalnog otpada.
- Potencijalno izlivanje goriva i ulja u vodu usled korišćenje motornih čamaca i skutera
- Prisustvo domaćinstava i ugostiteljskih objekata (neadekvatno rešena kanalizacija)
- Nekontrolisana seča šume na levoj i desnoj obali akumulacije koja može da pospeši eroziju zrnjišta i zamuljivanje akumulacije.



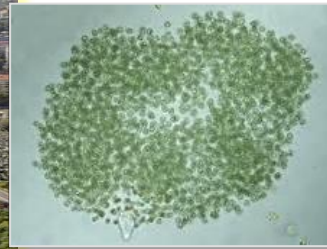
Jezero Bujanj

Formirano 1955. god.
Površini – 2.7 ha
Prosečna dubina 1-2-1.8 m

Prisutno cvetanje
cijanobakterija



1992 – 2000.



Microcystis

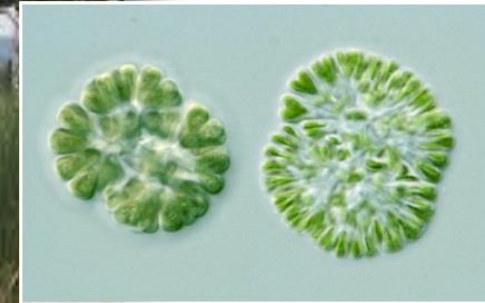


Oscillatoria

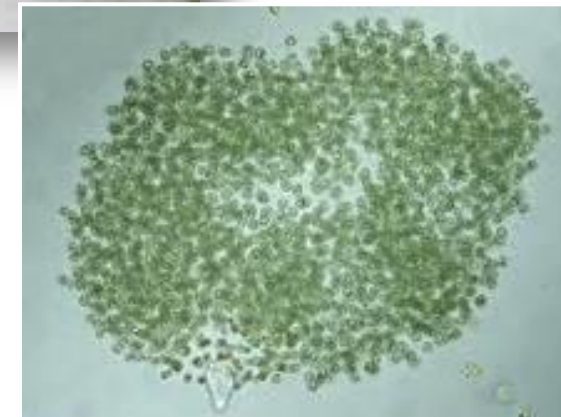


2004...2012...2014.....
...2020

Microcystis



Gomphosphaeria

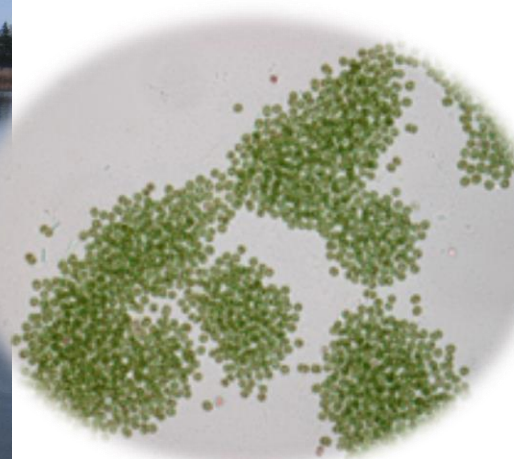
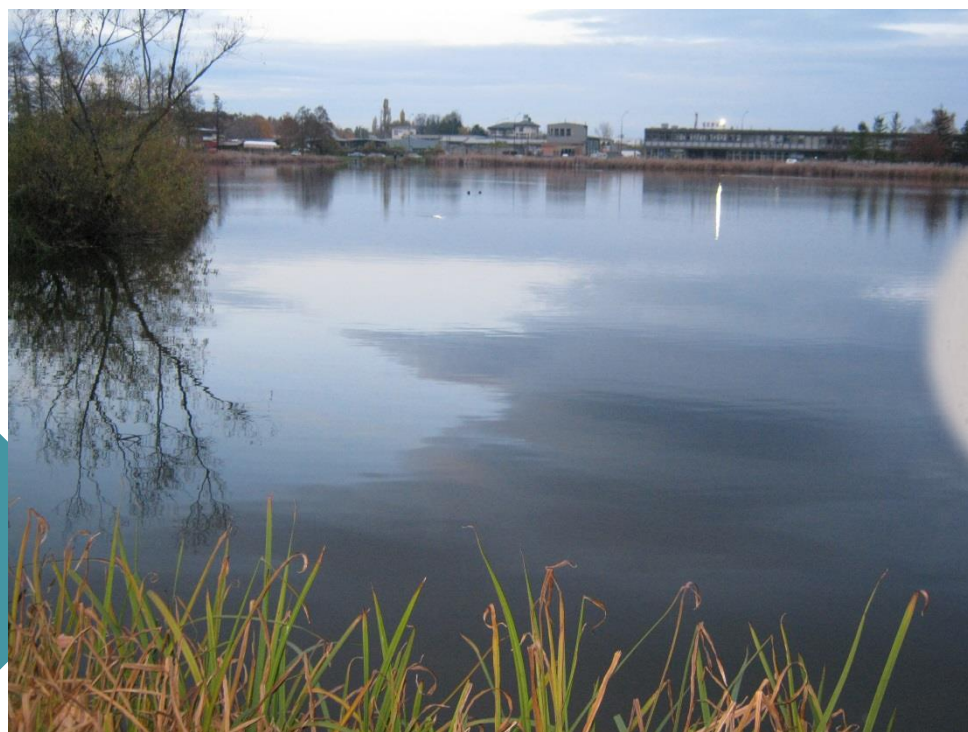




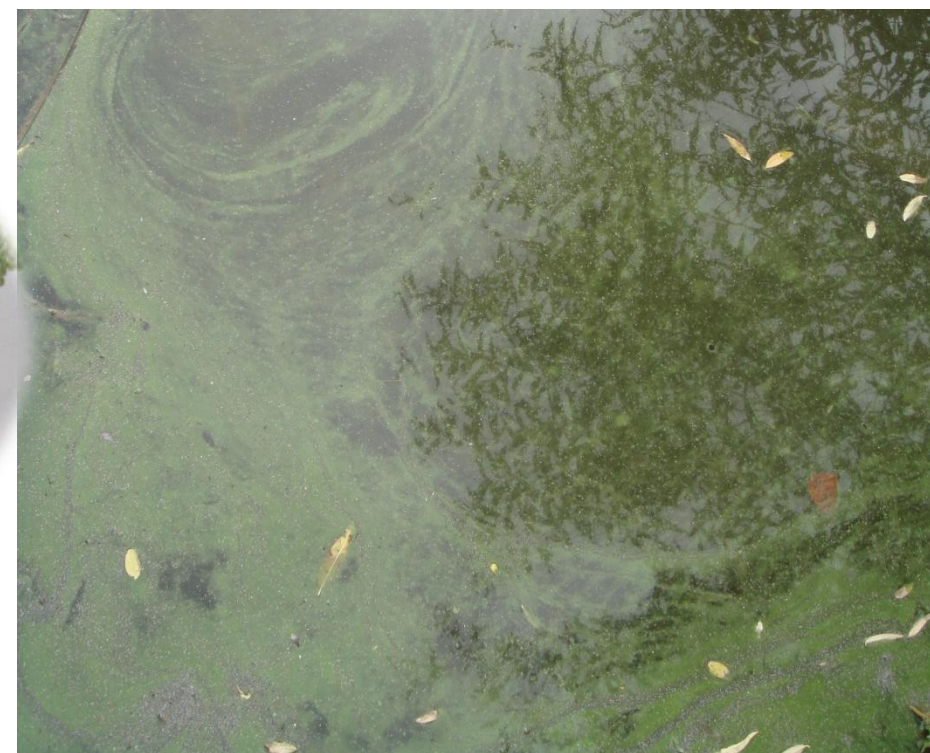
Jezero Bujanj – vodeni ekosistem sa izraženom eutrofizacijom čišćenje makrovegetacije u jezeru Bujanj specijalnim kombajnom 2000. god.

Jezero Bujanj

2020.



Microcystis aeruginosa

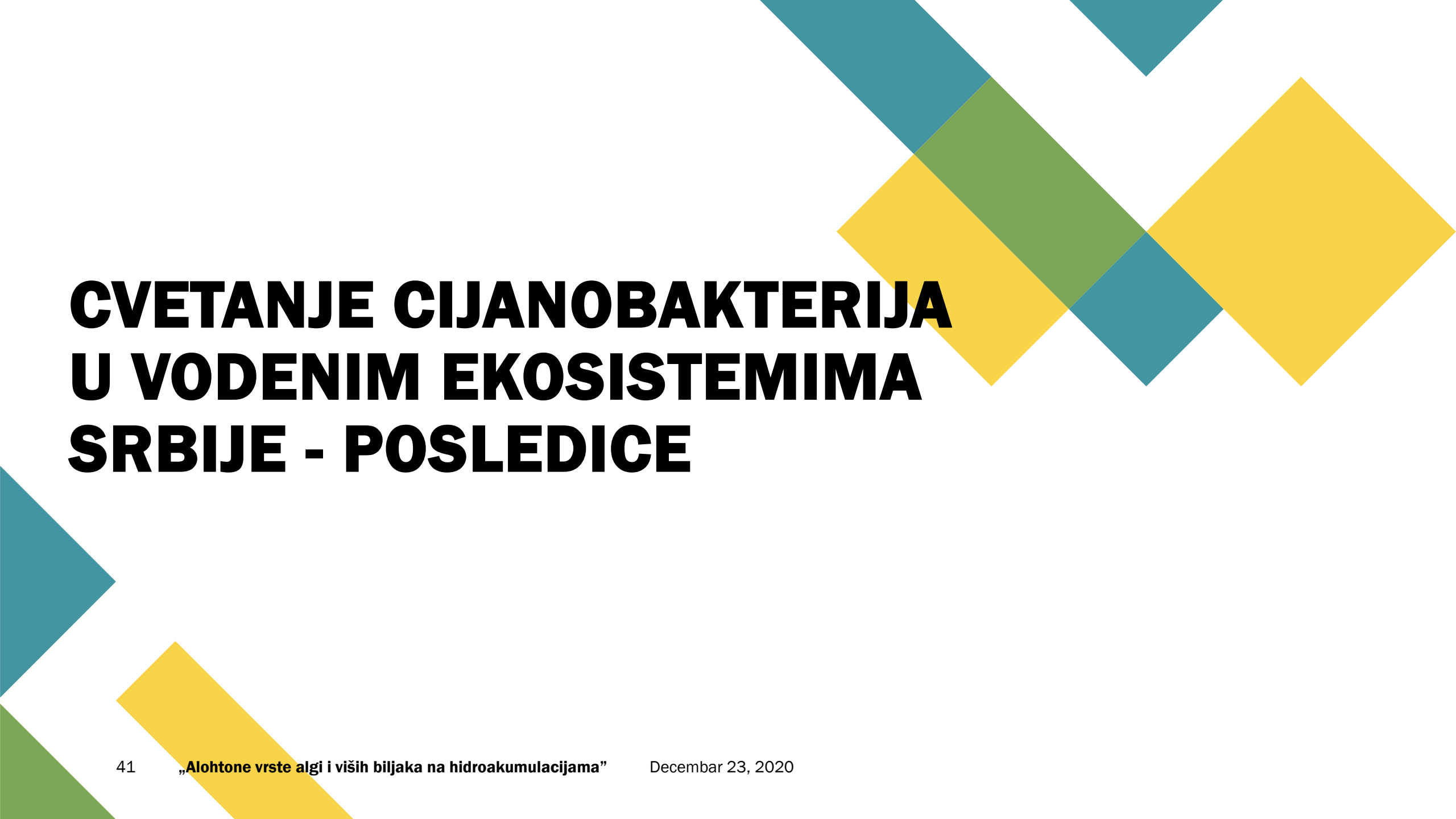


Jezero Bujanj

Faktori ugrožavanja jezera Bujanj

- Povećana količina otpada na obalama jezera kao posledica različitih rekreativnih aktivnosti;
- Intenzivni saobraćaj na prometnim putevima koji okružuju akumulaciju usled njenog položaja u urbanoj zoni grada;
- Prisustvo industrijskih i stambenih objekata, među kojima je i jedan ugostiteljski objekat;
- Gradsko groblje u neposrednoj blizini;
- Građevinski radovi u neposrednoj blizini jezera (u toku 2020. godine).

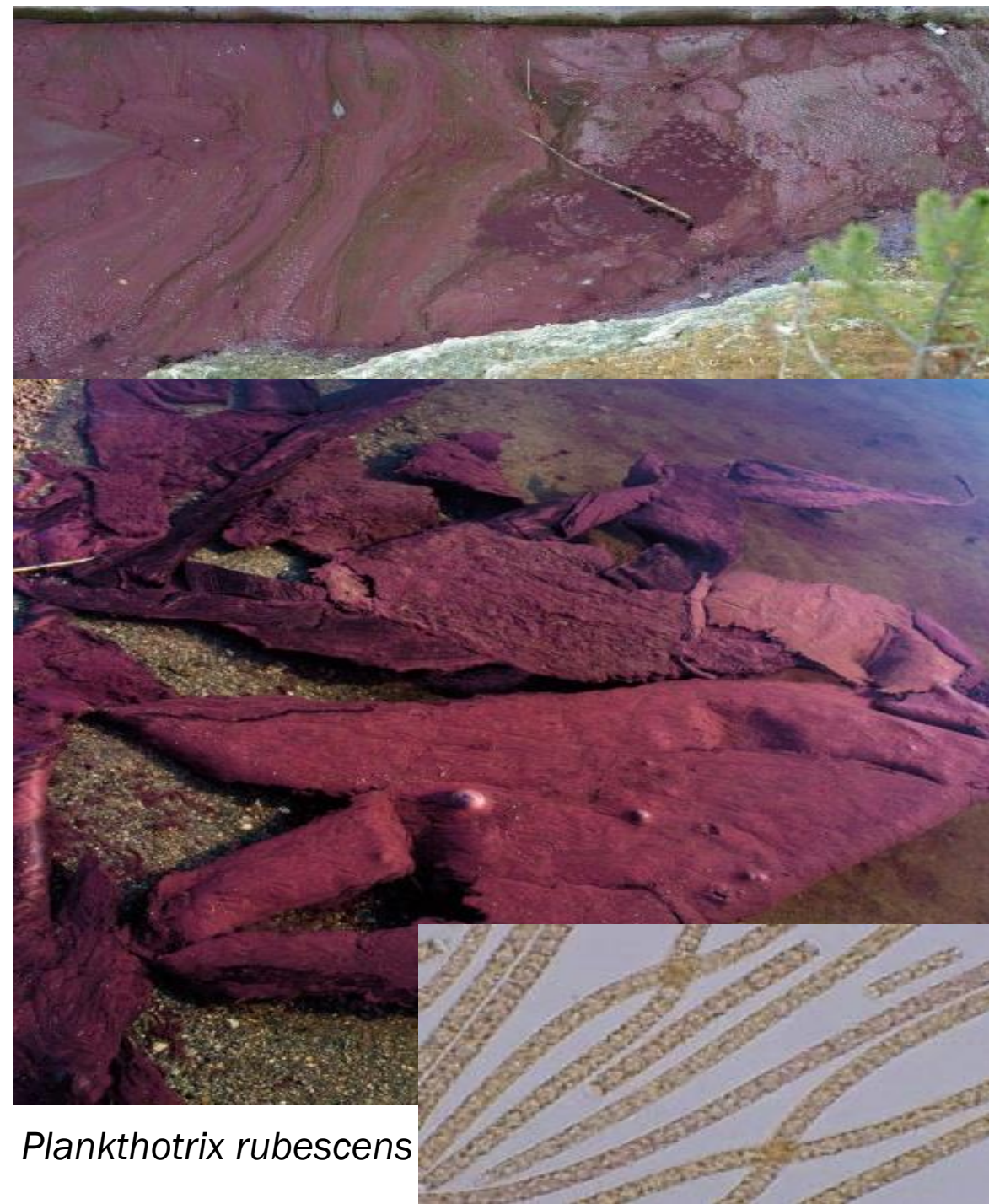




CVETANJE CIJANOBAKTERIJA U VODENIM EKOSISTEMIMA SRBIJE - POSLEDICE

Akumulacija Vrutci (Užice)

decembar 2013 -



Plankthotrix rubescens



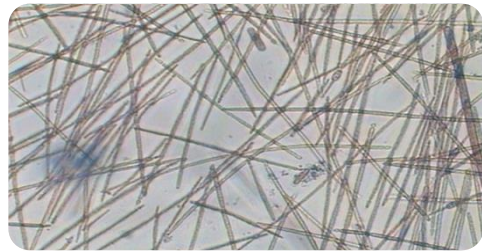
demethyl-microcystin RR

$> 1 \mu\text{g/l}$

Zabrana vode za piće od
januara 2013. godine.
Zabrana kupanja

Aleksandrovačka akumulacija (Vranje)

Oktober 2012. godine



Aleksandrovačka akumulacija (Vranje)

20. decembar 2012. godine – pomor ribe



Zakonska regulativa



Republika
Srbija



RIZIČAN BROJ CIJANOBAKTERIJA PRISUTNIH U VODI

Verovatnoća za pojavu negativnih efekata po zdravlje		
VODA ZA REKREACIJU	Broje ćelija/ml	VODA ZA PIĆE
Neverovatna	< 2.000	Neverovatna
Moguća	> 20.000	Raste sa brojem ćelija i dužinom izlaganja
Verovatna	> 100.000	Stalna kontrola koncentracija mikrocistina (Mikrocistin LR) u vodi za piće



Republika Srbija

ZAKONSKA REGULATIVA U SRBIJI IZ OBLASTI MONITORINGA VODA

Zakon o vodama (Službeni glasnik RS 30/10)

Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS, br. 74/11)

Fitoplankton – biološki element



PARAMETRI koji se prate

1. Sastav vrsta
2. Abundanca (ukupna brojnost fitoplanktona broj ćelija/ml)
3. Biomasa (biovolumen, hlorofil a)
4. % zastupljenosti Cyanobacteria (učestalost i intenzitet cvetanja)
5. % zastupljenosti Euglenophyta

Zakonska regulativa Monitoring cijanotoksina



Australija, Novi Zeland, Brazil, Južna Afrika.....Evropa (?)

Mikrocistin LR u pijaćoj vodi -1 $\mu\text{g/l}$
(ekvivalent je 6 500 ćelija/ml)



Republika Srbija

Nije propisan monitoring
cijanotoksina

~~Cijanotoksini~~

Hidroakumulacije značajne za građane Kragujevca

Akumulacija Gruža



Aphanizomenon flos-aquae

Akumulacija Grošnica



Nema cvetanja cijanobakterija

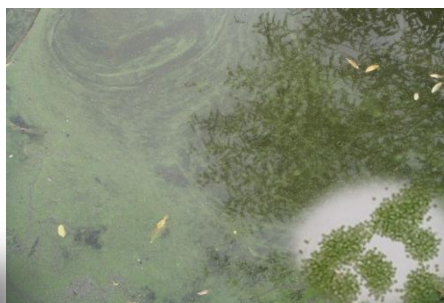
Akumulacija Šumarice

Microcystis wessenbergii



Chrysosporum bergii

Jezero Bujanj



Microcystis aeruginosa



**SVAKO CIJANOBAKTERIJSKO CVETANJE
TREBA SMATRATI TOKSIČNIM
DOK SE NE DOKAŽE SUPROTNO !!!**



POTENTIALLY HARMFUL ALGAE

EXPOSURE TO ALGAL TOXINS (CYANOBACTERIA) MAY CAUSE ILLNESS OR BE FATAL TO PETS. PEOPLE AND ANIMALS SHOULD AVOID ALL CONTACT WITH WATER AND ALGAL SCUM



DOG WASTE CONTRIBUTES TO ALGAL GROWTH IN PONDS. PLEASE PICK UP ALL DOG WASTE AND PLACE IN TRASH RECEPTACLES.

Naš algološki tim

Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac



Prof. dr Snežana Simić
snezana.simic@pmf.kg.ac.rs

Nevena Đorđević
nevena.djordjevic@pmf.kg.ac.rs

Aleksandra Mitrović
aleksandra.mitrovic@pmf.kg.ac.rs



Hvala na pažnji

Kontakt

udruzenje.ekomar@gmail.com

<https://www.ekomar.org/>



Udruženje za promociju
i ekološki marketing
prirodnih vrednosti

EKOMAR