

TEKST

Kemijski element *živa* u mikroskopskim je količinama prisutan u tlu, u vodi, u biljkama i u životinjama. *Živa* je izrazito opasna za ljude ako je u ljudskom tijelu prisutna u većoj količini u spojevima metil-žive. Glavni, ako ne i jedini, izvor metil-žive u ljudskom tijelu je riba.

U svijetu, neposredno uz velike hidroelektrane kakvih nema u Hrvatskoj, redovita je pojava povećanje koncentracije metil-žive. Hidroelektrana se gradi na rijeci. Njen najuočljiviji dio je brana koja stvara akumulacijsko jezero, neophodno za pravilan rad hidroelektrane.

Prilikom stvaranja akumulacijskog jezera razina se vode uzvodno od brane podiže za više metara u odnosu na razinu vode same rijeke prije gradnje brane. Zbog toga voda poplavi veću količinu biljaka koje su prethodno rasle uz obalu rijeke. Potopljene biljke ubrzano trule. Prilikom truljenja biljaka u vodi dolazi do više reakcija sa živom koje rezultiraju stvaranjem spojeva metil-žive. Zbog velike količine biljaka koje tako trule i količina metil-žive je znatno veća u odnosu na njenu prosječnu količinu u tlu i u biljkama. Riba iz akumulacijskog jezera ili rijeke uz branu, zbog ishrane, nagomilavaju u svome tijelu tu istu metil-živu. Posebno je velika koncentracija metil-žive kod riba grabežljivica (može biti i milijun puta veća nego u ostaloj okolini). Povećanje količine metil-žive u ribama javlja se i uzvodno i nizvodno od brane. Kod ljudi koji redovito jedu takvu ribu javljaju se zdravstveni problemi uzrokovani prisustvom metil-žive u ljudskom tijelu.

Količina metil-žive u ribama raste od nastajanja akumulacijskog jezera tijekom sljedećih nekoliko godina (najčešće 4 – 10 godina), kad doseže svoj maksimum. Nakon toga počinje opadati. Nakon 10 – 35 godina od nastajanja akumulacijskog jezera količina žive opet se smanji na iznos uobičajen u prirodi. To je dugoročna promjena ali se ne odvija jednoliko. Naime, u jednoj godini količina metil-žive u ribama može malo porasti u odnosu na prethodnu. To je povezano s različitim godišnjim prosječnim razinama vode u rijeci i akumulacijskom jezeru: ako je prosječna godišnja razina vode veća i količina metil-žive bit će veća u odnosu na prethodnu godinu.

Opisani ciklus metil-žive znanstvenici su odavno uočili, objasnili te razradili mjere kojima se umanjuje ili uklanja štetno djelovanje na ljude. Mjerenja pokazuju da trajanje i iznos povećanja količine metil-žive ovise o svojstvima tla, količini žive koja nije u obliku metil-žive, klimatskim uvjetima i vrstama riba na nekom području.

PITANJA

Prethodnim tekstom opisan je jedan sustav.

Odgovorite na postavljena pitanja koristeći podatke iz teksta.

1. Kako nastaje akumulacijsko jezero? (1 bod)
 - a) Izgradnjom brane na rijeci.
 - b) Prilikom nepravilnog rada hidroelektrane.
 - c) Zbog vode koja je prošla nizvodno.
2. Čime se hrane ribe grabežljivice? (1 bod)
 - a) mikroorganizmima
 - b) ribama biljojedima
 - c) algama
3. Koji je razlog povećane količine žive u velikom akumulacijskom jezeru? (2 boda)
4. Kamo odlazi živa iz riba grabežljivica nakon što one uginu? (2 boda)
5. Zašto do najvećeg povećanja količine žive dolazi u ribama grabežljivicama, a ne u ribama biljojedima? (3 boda)
6. Definirajte *ribe biljojede* kao element sustava. (2 boda)
7. Definirajte *vegetaciju koja truli* u akumulacijskom jezeru kao element sustava. (2 boda)
8. Definirajte *tlo* kao element sustava. (2 boda)

9. Skicirajte graf prosječne količine metil-žive u ribama grabežljivicama u ovisnosti o vremenu. (3 boda)

10. Neka su elementi sustava tlo, vegetacija koja truli pod vodom, ribe biljojedi i ribe grabežljivice. Skicirajte pripadni dijagram uzroka i posljedica. (7 bodova)

11. Opišite povratnu vezu u prethodno skiciranom dijagramu. (3 boda)

12. Zašto element *vegetacija koja truli* može biti različit od nule godinama nakon nastajanja akumulacijskog jezera? (2 boda)

RJEŠENJA

Prethodnim tekstom opisan je jedan sustav.

Odgovorite na postavljena pitanja koristeći podatke iz teksta.

1. Kako nastaje akumulacijsko jezero? (1 bod)

- a) **Izgradnjom brane na rijeci.**
- b) Prilikom nepravilnog rada hidroelektrane.
- c) Zbog vode koja je prošla nizvodno.

2. Čime se hrane ribe grabežljivice? (1 bod)

- a) mikroorganizmima
- b) **ribama biljojedima**
- c) algama

3. Koji je razlog povećane količine žive u velikom akumulacijskom jezeru? (2 boda)

Živa je u relativno malim količinama prisutna u svim biljkama. Kad velika količina biljaka u isto vrijeme truli zbog potapanja pri nastajanju akumulacijskog jezera, sva živa u njima se u isto vrijeme oslobađa u jezeru.

4. Kamo odlazi živa iz riba grabežljivica nakon što one uginu? (2 boda)

Taloži se na dnu jezera. Dijelom prelazi iz dna u vodu. Rastom algi i djelovanjem mikroorganizama ta živa nastavlja svoj ciklus među živim bićima u jezeru i rijeci.

5. Zašto do najvećeg povećanja količine žive dolazi u ribama grabežljivicama, a ne u ribama biljojedima? (3 boda)

Spojevi metil-žive u organizmima se nakupljaju i ne prolaze kroz njih redovitom izmjenom tvari. Biljke i mikroorganizmi imaju redovite, prosječne, relativno male količine žive. Ribe biljojedi koje njih jedu talože veće količine metil-žive, a grabežljivice koje se njima hrane naposljetku natalože najveće količine metil-žive.

6. Definirajte ribe biljojede kao element sustava. (2 boda)

To su sve vrste riječnih riba koje se hrane biljkama ili mikroorganizmima, a obitavaju u promatranoj rijeci. Mjeri se ukupna količina metil-žive u njihovoj populaciji.

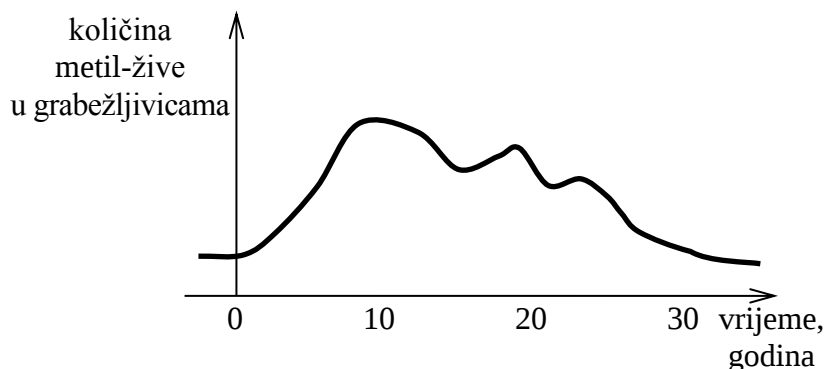
7. Definirajte vegetaciju koja truli u akumulacijskom jezeru kao element sustava. (2 boda)

To je sva vegetacija koja raste na zraku, a najednom se našla pod vodom u kojoj truli, ali još nije do kraja istrulila. Njena je mjera procijenjena količina metil-žive u vegetaciji koja je narasla i potopljena tijekom jednog ciklusa spuštanja i podizanja razine vode u jezeru.

8. Definirajte tlo kao element sustava. (2 boda)

To je dno jezera bilo da je stalno ili povremeno pod vodom. Njegova mjera je ukupna količina metil-žive i količina ostalih spojeva žive koje tek treba pretvoriti u metil-živu.

9. Skicirajte graf prosječne količine metil-žive u ribama grabežljivcima u ovisnosti o vremenu. (3 boda)

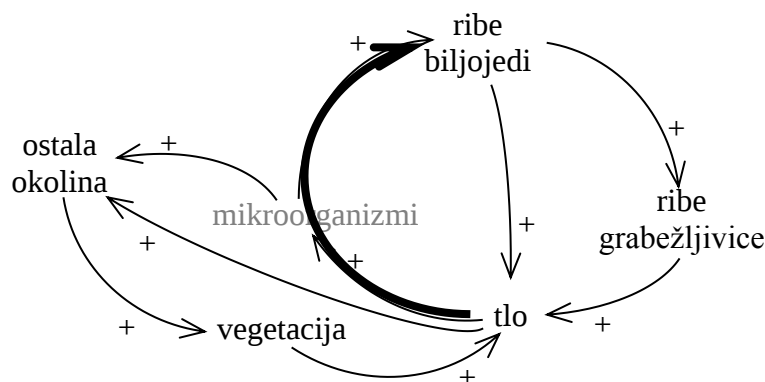


1 bod za veličine na osima.

1 bod za lokalni maksimum.

1 bod za ako su na apscisi i mjerna jedinica i brojka 10 (ili 35), dakle i jedno i drugo.

10. Neka su elementi sustava tlo, vegetacija koja truli pod vodom, ribe biljojedi i ribe grabežljivice. Skicirajte pripadni dijagram uzroka i posljedica. (7 bodova)



2 boda za 3 ili više elementa (1 bod za 1 ili 2 elementa).

3 boda za 3 ili više relacija (2 boda za 2 relacije a 1 bod za 1 relaciju).

2 boda za 3 ili više karaktera (predznaka) relacija, a 1 bod za 1 ili 2 karaktera.

11. Opišite povratnu vezu u prethodno skiciranom dijagramu. (3 boda)

Grabežljivice kad uginu padnu na dno i pod djelovanjem mikroorganizama trule. Živu u njima uzimaju biljke i mikroorganizmi. Njih pojedu ribe biljojedi, koje naposljetku pojedu druge grabežljivice.

12. Zašto element vegetacija koja truli može biti različit od nule godinama nakon nastajanja akumulacijskog jezera? (2 boda)

Razina vode u akumulacijskom jezeru varira tijekom godine po nekoliko metara, dijelom zbog različitog protoka vode kroz branu, dijelom zbog različite količine padalina, a time i razine vode u rijeci uzvodno od brane. Na isušenom dijelu tla pri spuštanju razine vode u jezeru počinju rasti biljke. Kad taj pojas opet poplavi, dolazi do novog truljenja određene količine biljaka. To povećava količinu žive u jezeru. Ipak, riječ je o manjem povećanju od onoga neposredno nakon stvaranja akumulacijskog jezera.