

Dla zainteresowanych: coś o aeratorze, który ma działać na Jeziorze Średnim.

Opis ogólny aeratora, czyli mobilnego napowietrza cząstki warstwy dennej jeziora, można znaleźć na stronie „firmy” Prof. Podsiadłowskiego z UP w Poznaniu, jego wynalazcy: <http://aerator.pl>

Dokładny opis co ma być wg profesora czynione tym aeratorem można przeczytać na linku z zebrania komisji w Urzędzie Marszałkowskim który wczoraj nadesłał na forum internauta: http://umwo.opole.pl/docs/kosr_protokol_20x08_1.pdf

Teraz kilka słów opisu od nas, także z małą krytyką.

Jezioro Średnie jest jeziorem bezodpływowym, małym i płaskim. Inaczej niż w Jeziorze Dużym nie następuje tutaj silny dopływ substancji odżywczych rzeką, nie następuje też wymiana wody. Woda dostarczana jest przez źródła podziemne oraz wodę opadową.

Z substancji odżywczych, jakie potrzebne są organizmom żywym do rozwoju (C,O,H,N,S,P,) właśnie fosfor (w postaci ortofosfatów PO₄) jest czynnikiem limitującym rozwój. Spowodowane jest to tym, że w skorupie ziemskiej występuje on relatywnie rzadko, świat wodny nauczył się doskonałego RECYKLINGU fosforu zawartego w wodzie i mule dennym (sedymencie). Oznacza to, że nawet przy braku jakiegokolwiek dopływu fosforu z zewnątrz ilość, która już jest w jeziorze, wystarczyłaby do „nieskończenie” długiego rozwoju glonów w jeziorze, które ciągle korzystałyby z tego samego źródła fosforu.

Drugą rzeczą odróżniającą fosfor od innych substancji jest brak związków lotnych (gazowych). Oznacza to, że ortofosfaty nie mogą się z wody ulotnić jak np. siarka (H₂S) czy azot (N₂). W jeziorach bezodpływowych, gdzie nie występuje rozcieńczenie stężenia fosforu wodą z zewnątrz istnieją tylko dwa sposoby na zmniejszenie jego ilości dostępnego w recyklingu

a) fizyczne odłowienie ryb lub wybranie roślin wody z jeziora (zabierając biomasę zabieramy i fosfor w niej zawarty)

b) immobilizacja (związanie chemiczne) ortofosfatów w mule Jeziernym w trwałe (pod pewnymi warunkami) sole i konglomeraty. W takiej formie fosfor nie jest dostępny dla bakterii i glonów.

Prof. Podsiadłowski zaproponował obydwie sposoby. Aerator ma na zadanie immobilizację ortofosfatu w mule, biomanipulacja (odłowienie ryb planktożernych, promocja szczupaka i dużego zooplanktonu) na zadanie fizyczne usunięcie części biomasy z jeziora oraz zwiększenie przejrzystości wody.

Teraz krótko o tym, co się dzieje w sedymencie. Muł jeziorny może mieć warunki tlenowe lub beztlenowe. Jest to zależne od głębokości, dostępu światła, ilości tlenu zgromadzonego wcześniej, ekspozycji jeziora na podmuchy wiatru. Nie chcę się teraz tym dokładnie zajmować, ważne jest współgra w tym mule trzech pierwiastków, wzajemnie od siebie zależnych: fosforu, żelaza i siarki.

W jeziorach „zdrowych”, gdzie ilość fosforu trzyma się w granicach 20 µg/L (to 0,02 mg/L), dno posiada wystarczającą ilość tlenu (przynajmniej 4 mg/L) by mimo oddychania tlenowego

mikroorganizmów i procesów rozkładu utrzymać ten stan aż do jesieni, gdy wiatr i temp przemieszają całe jezioro, znów dostarczając tlen. W takich jeziorach przy pozytywnej proporcji jonów żelaza (Fe^{3+}) do fosforu następuje ich związanie do soli FePO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeOOH-P , które są bardzo trudno rozpuszczalne w wodzie. Taki fosfor pozostaje niedostępny dla glonów, koło recyklingu staje się coraz mniejsze, jezioro „ubożeje” w substancje odżywcze, staje się trwale oligotroficzne.

Problem występuje, gdy z przyczyn zbyt dużego zużycia tlenu przez produkcję biologiczną lub przez braki w natlenieniu wody (jezioro osłonięte , zarośnięte) dno staje się beztlenowe. Organizmy zaczynają korzystać po zużyciu tlenu rozpuszczonego z oddychania nitratowego, manganowego, żelazistego i siarczkowego. Mówiąc krótko w celu zdobycia tlenu redukuje się NO_3 do NH_4^+ , MnO_4 do MnO_2 , Fe^{3+} do Fe^{2+} a SO_4 do H_2S (siarkowodoru).

Dla fosforu ma to wielkie znaczenie, gdyż siarka silnie reaguje ze zredukowanym żelazem (Fe^{2+}) do siarczku żelaza (pirytu) FeS . Taka reakcja „wypycha” fosfor z tych soli żelazistych, które wymieniłem wcześniej. Fosfor staje się wolny... dostępny dla bakterii i glonów, jego recykling rozpoczyna się od nowa.

Tyle teorii. Teraz krytyka.

Badania wykazują, że sama obecność siarki (obojętnie czy w formie utlenionego siarczku SO_4 czy zredukowanego siarkowodoru H_2S) ma zawsze NEGATYWNY wpływ na immobilizację fosforu. Nawet przy zawartości tlenu na dnie w granicach 3 mg/L i obecności siarki następuje remobilizacja fosforu poprzez piryt. Odwrotnie, w jeziorach z małą zawartością H_2S lub jego brakiem nawet beztlenowe stosunki w mule nie powodują zwiększonej remobilizacji fosforu.

Siarka w połączeniu z żelazem może być ważniejszym czynnikiem niż brak tlenu.

W opisie jednak słyszymy, że w pracy aeratora ma być dozowany.... siarczan żelaza ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$)

Tak naprawdę nie zostało w przedstawionych dokumentach powiedziane, czy i ile jest związków siarki w jeziorze średnim. Być może jest mało. Dodawanie siarczanu w tym wypadku będzie kontrproduktywne. W opisie jest napisane, że zamierza się pozbywać siarki przez odgazowanie siarkowodoru przez dyfuzję powietrzną, ale po co w takim razie dodawać siarki, by się jej później pozbywać? Nie znamy też (przynajmniej nie ma opisu w dostępnym źródle) jaki jest odczyn pH jeziora w lecie. Jest to dosyć ważne. Zakładając, że jest on tak samo wysoki jak w Jeziorze Dużym (ok. 9,0-10,0) powoduje on rozbitcie się siarkowodoru na nietlone jony HS^- oraz S^{2-} . Wtedy przy pracy aeratora nie następowałoby wydalanie siarkowodoru z wody, przy jednoczesnym dopływie świeżej siarki w koagulacji.

Propozycja: inny koagulat (np. sam tlenek żelaza $\text{Fe}(\text{OH})_3$)

Nasze stowarzyszenie szykuje się do prezentacji rozwiązania dla Jeziora Dużego. Za aerator i jezioro średnie trzymamy kciuki, dopiero po roku się okaże, jaki będzie wynik. Poziom siarki w dnie jeziora i odczyn pH ze strefy dennej radziłbym jednak robić w ramach cotygodniowych badań.