

Fosfor – pierwiastek życia.

Nadmiar fosforu – rak niszczący naturalne biocenozy środowiska wodnego

Ramowa Dyrektywa Wodna zobowiązująca państwa członkowskie UE do osiągnięcia dobrego stanu wód do roku 2015 stała się podstawą do wdrożenia w Polsce Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków. Monitoring środowiska potwierdza systematyczną poprawę parametrów jakościowych w większości polskich rzek. Realizacja KPOŚ nie gwarantuje nam jednak osiągnięcia dobrego stanu wód powierzchniowych.

Dlaczego?

Wskazać tu można trzy główne przyczyny:

I. W Polsce spośród **ok. 550 tys. ha wód powierzchniowych**, wody płynące stanowi jedynie 66tys. ha. Pozostałe 488 tys. ha – to wody stojące – od stawów hodowlanych i oczek wodnych poprzez zbiorniki wodne aż do jezior. **Mamy w Polsce ok. 9300 jezior o łącznej powierzchni ok. 318 tys. ha.**

II. Całkowite oczyszczenie ścieków na poziomie zgodnym z aktualnymi przepisami może obniżyć ilość biogenów w naszych wodach maksymalnie o 50%.

Kolejne 50% substancji biogenych – trafia do naszych wód ze źródeł rozproszonych.

III. Oczyszczanie ścieków i realizacja dyrektywy azotanowej prowadzi nieuchronnie do obniżenia stosunku $N_{og} : P_{og}$ w wodach, co faworyzuje rozwój sinic - mikroorganizmów posiadających zdolność asymilacji azotu z powietrza.



Tama Hartbeespoort w RPA

Bez podjęcia tematu ochrony i rekultywacji jezior w Polsce – nie ma więc mowy o osiągnięciu dobrego stanu wód.

Problem eutrofizacji i zagrożeń zakwitami sinicowymi wysuwa się tu na pierwsze miejsce, ze względu na zagrożenie toksynami groźnymi zarówno dla ludzi, jak i zwierząt. Spośród 76 jezior w woj. pomorskim objętych monitoringiem w latach 2000÷2005 - 59 wykazywało jakość w III klasie lub pozaklasową. Zatem wg oficjalnych kryteriów - nie nadawało się nawet do celów rekreacyjnych. **Stanowi to >80% badanych jezior!**

O niskiej jakości sklasyfikowanych wód, nie decydowały parametry sanitarne.

Wody te w większości spełniają wymagania I klasy czystości i wykazują systematyczną poprawę.

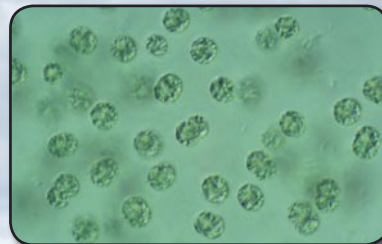
Natomiast pod względem zawartości fosforanów i azotu amonowego – dominuje scenariusz: całkowicie odtlenionych wód przydennych i wydzielania $P-PO_4$ i $N-NH_4$ z osadów.

W zasadzie nie ma wód, w których latem nie występowałyby zakwity glonów. Jeziora różnią się jedynie intensywnością zakwitów oraz dominującym składem gatunkowym glonów. **Co charakterystyczne – sinice zdominowały zakwity w jeziorach zaliczanych do czystych.**

Dlaczego tak się dzieje?

Niezależnie od ogólnych ilości biogenów – najważniejszy jest ich wzajemny stosunek. **Sinice mogą zdominować populację kwitnących glonów jeśli $N_{og} : P_{og} < 29$.**

Aby spełnić warunek **$N_{og} : P_{og} > 29$** przy aktualnych wymaganiach względem azotu, dla klas czystości I,III - **maksymalne dopuszczalne ilości fosforu należałoby zredukować co najmniej o połowę.**



Microcystis

Fosfor pierwiastkiem limitującym!

Rośliny wyższe (makrofity) jak i plankton roślinny do rozwoju potrzebują wszystkich biogenów i mikroelementów – bez nich nasze wody byłyby jałowe. W sprzyjających warunkach jeśli jest ich dużo – dochodzi do gwałtownego, masowego rozwoju planktonu roślinnego (zakwitu), który zabiera innym żyjącym organizmom światło, a następnie obumierając – zabiera im tlen.

Tak jak rak – mimo, że pochodzi z komórek naszego własnego organizmu – może nas zabić, tak masowe zakwity zabijają nasze wody powierzchniowe.



Anabaena

Fosfor, który trafił do zbiornika wodnego 'zagnieżdża' się tam na trwałe uczestnicząc w obiegu materii organicznej pomiędzy tonią wodną a osadami dennymi.

Paradoksalnie w przypadku zalegania wieloletnich osadów w głębockach - im czystsze wody napływają do zbiornika, tym więcej fosforu z osadów może się uwolnić do toni wodnej.

Zjawisko to jest nazywane zasilaniem wewnętrznym. Dopóki się go nie przerwie – akwen może trwać w stanie podwyższonej trofii przez setki lat - pomimo odciążenia zewnętrznych źródeł fosforu.

Jak przerwać ten obłądny krąg?

Wszelkie stosowane do tej pory metody rekultywacji zeutrofizowanych akwenów **zmierzają do jednego – do usunięcia z systemu nadmiernych ilości fosforu biodostępnego.**

Robi się to przez odpowiednie zarybianie i odławianie (biomanipulację) oraz dotlenianie akwenów, usuwanie mechanicznie zalegających na dnie osadów. Ciągłe doskonaleni się również chemiczne metody inaktywacji fosforu tak, aby przestał on być dostępny dla mikroorganizmów (biodostępny).

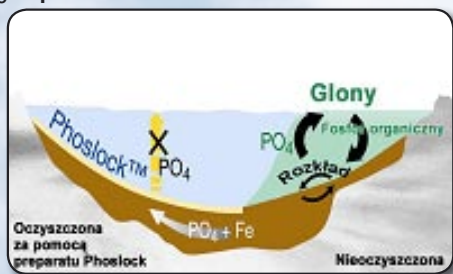
Pozytywne wyniki rekultywacji osiąga się tylko tam, gdzie udało się doprowadzić do trwałego obniżenia fosforu biodostępnego w wodach.

Wieloletnie badania i próby technologiczne w Australii doprowadziły do opracowania receptury oraz metod przemysłowej produkcji środka trwale wiążącego fosfor z wody i osadów – opartego na naturalnej glinie bentonitowej.

Czynnikiem wiążącym jon PO_4^{3-} jest jon lantanowy La^{3+} , który nie uwalnia się do środowiska. Dzięki temu preparat jest całkowicie naturalny, odpowiednio ciężki żeby stabilnie pokrywać dno, a po związaniu z fosforanami – tworzy minerał naturalnie występujący

w przyrodzie – rabdofan. Bez względu na odczyn, temperaturę, stopień natlenienia, czy zasolenie – wiązanie fosforu w rabdofanie jest trwałe. Stała rozpuszczalności powstałych kompleksów wynosi $K_S < 10^{-25}$.

Takiej uniwersalności i braku inwazyjności dla naturalnego środowiska wodnego (nie oddziałuje na pH, nie rozpuszcza się, nie dysocjuje) nie udało się uzyskać w żadnym z preparatów chemicznych stosowanych do tej pory.



To działa!

Po pierwszych zastosowaniach Australii i Chinach – **Phoslock®** (nazwa handlowa) trafił na rynek światowy. W Afryce, Azji, Australii i USA wykonano już ponad 120 aplikacji. W Europie pierwsze aplikacje miały miejsce w 2006 roku (Holandia, Wielka Brytania, Niemcy, Polska). Najbardziej spektakularne osiągnięcia mają Niemcy. Dotychczas wykonano aplikacje na 3 jeziorach: Silbersee, Otterstedter See i Bärensee.

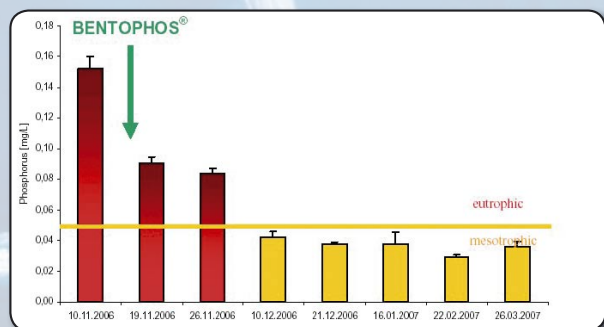
Jezioro Silbersee, to sztuczny akwen o powierzchni 5 ha i głębokości maksymalnej 8m. Akwen był intensywnie użytkowany rekreacyjnie. Z powodu regularnych zakwitów sinicowych w ostatnich latach – kąpielisko musiało być okresowo zamykane. Badania wykazały wysoką zawartość fosforu w osadach dennych, z czego 50% stanowił fosfor biodostępny. Aplikacji dokonano w 1 dekadzie listopada 2006.

Po aplikacji **Phoslocku** - w ciągu 3 tygodni zawartość ortofosforanów spadła poniżej granicy wykrywalności, a zawartość fosforu ogólnego – do 30µgP/l.



Silbersee - w Niemczech

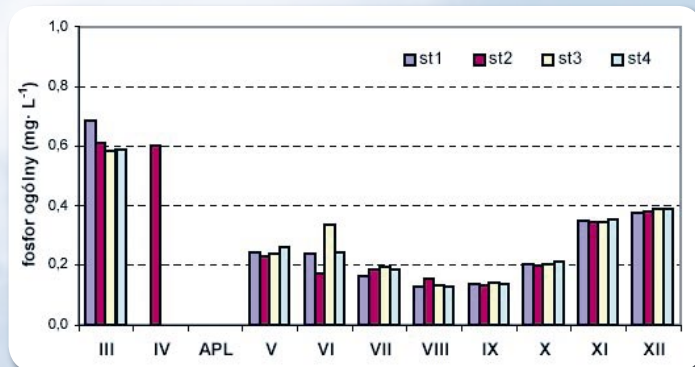
Stopień redukcji w stosunku do stężeń pierwotnych wyniósł 75%.



Pierwsza historyczna aplikacja Phoslocku w Polsce odbyła się w Kartuzach - na jeziorze Klasztornym Małym. Aplikacja miała charakter wdrożenia naukowego. Całością wdrożenia kierowo Pomorskie Centrum Badań i Technologii Środowiska – POMCERT.

Raport badawczy potwierdza, iż w ciągu 3 tygodni od aplikacji średnia zawartość fosforu w wodach powierzchniowych spadła o >70%. W kolejnych tygodniach

stężenia fosforu wykazywały dalsze tendencje spadkowe (zgodnie z naturalnymi cyklami przemian tego pierwiastka w jeziorach). **Latem 2006 – po raz pierwszy w historii badań jeziora Klasztornego Małego - w zakresie zawartości fosforu pojawiły wyniki odpowiadające I klasie czystości wód** ($P_{og} < 2\mu\text{gP/l}$). Do końca roku 2006 w zakresie zawartości fosforu - wody powierzchniowe utrzymywały II klasę czystości ($P_{og} < 0,4\mu\text{gP/l}$), a ogólna zawartość fosforu spadła do wartości nie dających się wytłumaczyć naturalnymi cyklami przemian związków fosforu w jeziorze.



Powyższa poprawa nie wystarcza jednak aby jezioro mogło być trwale sklasyfikowane jako czysto-wodne. Powodem tej niestabilnej sytuacji jest stały dopływ z wód jeziora Karczemnego nie poddawanego już niestety rekultywacji.

W jeziorze tym (traktowanym jako tło) – we wrześniu 2006 zarejestrowano zakwit powodujący wzrost stężenia chlorofilu a do >3500µg/l, a stężenie toksyn sinicowych (mikrocystyn) sięgnęło poziomu >1000µg/l. W tym samym czasie – w niżej położonym Klasztornym Małym, pomimo kontaktu wód – nie stwierdzono masowych zakwitów Microcystis, a skala zakwitu była nieporównywalnie mniejsza. Takie same tendencje potwierdzają badania międzynarodowe w akwenach, na których był stosowany Phoslock®.

Nie potwierdziły się też towarzyszące projektowi obawy różnych środowisk, związane z aplikacją nowego preparatu. Nie odnotowano żadnych negatywnych zmiany w populacji ryb, ptactwa, czy innych gatunków.

Kolejne badania limnologiczne poświęcone analizie zlewni i jej wpływu na jakość wód w jeziorze wykazały znaczące negatywne oddziaływanie zanieczyszczonych dopływów z jeziora Karczemnego (szczególnie w okresie jesiennym 2006) oraz nie do końca rozpoznany, ale bardzo znaczący ilościowo dopływ wód podziemnych (ok. 70% całkowitego dopływu wody do jeziora), który może stymulować oddziaływanie wód śród osadowych i przydennych na tło wodną.

Polska pionierska aplikacja potwierdziła zdolności preparatu Phoslock® do inaktywacji fosforu biodostępnego, jak i do ograniczania intensywności i negatywnych skutków zakwitów.

