

**Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**

**Hanna Siwek**

**ZACHOWANIE SIĘ FRAKCJI MINERALNEGO FOSFORU  
W INTERFAZIE OSAD-WODA MAŁYCH ZBIORNIKÓW  
WODNYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH**

Szczecin 2011

## Spis treści

Wykaz symboli .....	7
1. Wstęp .....	9
2. Mechanizmy przemieszczania fosforu między wodą i osadem.....	13
2.1. Odkładanie fosforu w osadach dennych.....	13
2.2. Mobilizacja fosforu z osadów dennych w ekosystemach wodnych .....	14
2.3. Odrębność małych zbiorników wodnych .....	17
3. Materiał i metody.....	19
3.1. Opis terenu badań .....	19
3.2. Pobieranie próbek wody i osadów.....	20
3.3. Analiza wody .....	21
3.4. Analiza osadów .....	22
3.5. Ocena stanu troficznego badanych wód .....	25
3.6. Metody statystyczne i chemometryczne .....	25
4. Wyniki badań.....	27
4.1. Ogólna charakterystyka badanych osadów.....	27
4.2. Zmiany stężenia związków fosforu w fazie wodnej w cyklu sezonu wegetacyjnego .....	29
4.3. Związek między wybranymi abiotycznymi i biotycznymi parametrami wody badanych zbiorników a stężeniem fosforu w wodzie.....	35
4.4. Fosfor i jego mineralne frakcje w osadach dennych .....	47
4.5. Wpływ metali na zawartość fosforu we frakcjach.....	57
5. Dyskusja .....	65
6. Wnioski.....	73
Załącznik .....	75
Literatura .....	79
Summary.....	87
Zusammenfassung .....	89

# **Behaviour of mineral phosphorus combinations at the sediment–water interface of small water bodies in rural areas**

## **Summary**

Purpose of this paper was to identify factors, processes and mechanisms that determine two-way exchange of phosphorus and its mineral compounds with water and sediments during vegetative period. The research work was conducted on the basis of three-year testing programme focused on waters and sediments in five waterholes located in farming areas, where water reception system was managed in a diversified way. Water bodies O1 and O2 were located in a golf course, water body O3 was in a village, very close to farmyards, water body O4 was amidst a crop field, and water body O5 was on fallow land. Area of the water bodies varied between 0.38 and 0.94 ha, and their average depth was 0.69–1.01 m. Chemical analysis was conducted on samples taken from two layers of the water: surface and over-the-bottom, from the interstitial water and from the surface layer of the sediment. For the samples collected, value of pH, activity of alkaline phosphatase as well as content of mineral and absolute phosphorus, mineral forms of nitrogen, chlorophyll *a*, calcium, iron and manganese were determined. For the bottom sediments, general contents of phosphorus, organic carbon, iron, calcium, manganese, zinc and aluminium were established. Moreover, speciation analysis was conducted on mineral forms of phosphorus in the sediments, including determining phosphorus bound with: iron, aluminium and calcium, as well as phosphorus released from the sediments in reduced conditions. Relationships existing among the multidimensional characteristics of water and sediments in question were assessed with statistical and chemometric methods.

Conducted tests proved that the seasons, during which biologic life takes its course with various intensity and natural temperature changes take place, have a significant influence on transport of phosphorus compounds. In springs and summers, release of phosphorus was stronger than its absorption, whereas in autumns more phosphorus was deposited in the sediments. Throughout the vegetative season, the main mechanism of releasing phosphorus from the solid phase was the easy warming of water and the shallow bottom, which stimulated mineralization of the organic matter. Due to this process, phosphates were released directly to the water, mainly from their complexes with the organic matter that had been formed with participation of iron, aluminium, manganese, and calcium. Strong mineralization processes resulted indirectly in decreasing the electric potential and pH of water. The former intensified desorption of phosphorus and solubility of the element's mineral combinations mainly with iron and manganese, whereas the latter increased solubility of its compounds with calcium. Simultaneously, during the vegetative season, phytoplankton developed intensely, indirectly resulting in a pH increase, which influenced the process of precipitation and co-precipitation of phosphates with calcium, predominantly in open waters. In all the aforesaid processes of two-way exchange of phosphorus between water and sediments in small water bodies, multivalent metals were involved, content of which in the sediments determined the trophic condition of the small water bodies tested.

# **Verhalten der Fraktion des mineralischen Phosphors in der Zwischenphase Sediment–wasser von kleinen Wasserreservoirien auf ländlichen Gebieten**

## **Zusammenfassung**

Das Ziel der vorliegenden Abhandlung war die Bestimmung von Faktoren, Prozessen und Mechanismen, die für den bidirektionalen Austausch von Phosphor und seinen mineralischen Verbindungen zwischen Wasser und Sediment während der Vegetationszeit maßgebend sind. Die Auswertung erfolgte auf Basis von dreijährigen Untersuchungsergebnissen von Wasser und Sediment in fünf Wasserreservoirien, die sich auf landwirtschaftlich genutzten Gebieten mit unterschiedlich bewirtschafteten Abflussgebieten befanden. Die Reservoirie O1 und O2 befanden sich auf dem Gebiet eines Golfplatzes, das Reservoir O3 im Dorf in unmittelbarer Nähe von Landwirtschaften, das Reservoir O4 auf dem Ackerfeld und das Reservoir O5 auf dem Brachland.

Die Fläche von untersuchten Reservoirien betrug 0,38–0,94 ha und ihre Tiefe von 0,69 bis 1,01 m. Chemischen Analysen wurden Proben aus zwei Wasserschichten unterzogen: aus der Oberflächenschicht und aus der Schicht unmittelbar über dem Boden, Proben aus dem Interstitial-Wasser und aus der Oberflächenschicht des Sedimentes. In Wasserproben wurde der pH-Wert gemessen, die Aktivität von alkalischen Phosphatasen und der Gehalt an mineralischem und Gesamtphosphor, mineralischen Stickstoffformen, Chlorophyll a, Calcium, Eisen und Mangan bestimmt. In Bodensedimenten wurden der Gesamtgehalt an Phosphor, organisch gebundenem Kohlenstoff, Eisen, Calcium, Mangan und Aluminium bestimmt. Es wurde auch eine Speziationsanalyse von mineralischen Phosphorformen in Sedimenten durchgeführt, die die Bestimmung der Fraktionen des eisen-, aluminium- und calciumgebundenen Phosphors als auch des aus den Sedimenten unter reduzierten Bedingungen freigesetzten Phosphors erlaubte. Die Abhängigkeiten zwischen den untersuchten mehrdimensionalen Wasser- und Sedimentkennzahlen wurden mit Hilfe von statistischen und chemometrischen Methoden ausgewertet.

Die durchgeführten Untersuchungen wiesen nach, dass der Faktor, der einen Einfluss auf Mechanismen der Migration von Phosphorverbindungen hat, die Saisons sind, während deren das biologische Leben mit unterschiedlicher Intensität abläuft und natürliche Temperaturänderungen auftreten. Während der Frühling- und Sommersaison war die Ausscheidung von Phosphor größer als die Ablagerung, dagegen im Herbst nahmen die Prozesse der Phosphorablagerung in den Sedimenten zu. Während der gesamten Vegetationssaison war das leichte Erwärmen von Gewässern und flach gelegenen Böden, welches die Mineralisierung der organischen Materie stimulierte, der Hauptmechanismus, der zur Freisetzung von Phosphor aus der festen Phase führte. Im Ergebnis von diesem Prozess fand eine unmittelbare Freisetzung von Phosphat-Ionen ins Wasser hauptsächlich aus ihren Komplexen mit organischer Materie, die mit Beteiligung von Eisen, Aluminium, Mangan und Calcium gebildet wurden. Intensive Mineralisierungsprozesse hatten einen indirekten Einfluss auf Senkung des elektrischen Potentials und des pH-Wertes von Wasser. Der erste von diesen Faktoren erhöhte die Intensität der Desorption von Phosphor und die Löslichkeit der mineralischen Verbindungen dieses Elementes hauptsächlich mit Eisen und Mangan, der andere erhöhte die Löslichkeit der Verbindungen mit Calcium. Gleichzeitig nahm während der Vegetationssaison die Entwicklung des Phytoplanktons zu, das einen indirekten Einfluss auf Erhöhung des pH-Wertes und somit auf Prozesse der Fällung und Mitfällung von Phosphat-Ionen mit Calcium überwiegend im Wasser hatte. In allen oben erwähnten Prozessen des bidirektionalen Phosphoraustauschs zwischen

Wasser und Sediment in kleinen Wasserreservoiren waren mehrwertige Metalle beteiligt, deren Gehalte im Sediment den trophischen Zustand von untersuchten Reservoiren determinierten.