

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

JOANNA PODLASIŃSKA

**Zróźnicowanie i chemizm osadów małych zbiorników wodnych  
w krajobrazie młodoglacjalnym**

Szczecin 2012

## Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	5
Wstęp i cel pracy .....	7
<b>1. Powstawanie, funkcje i zagrożenia małych zbiorników wodnych w krajobrazie Pomorza Zachodniego .....</b>	<b>9</b>
1.1. Definicja i powstawanie małych zbiorników wodnych .....	9
1.2. Funkcje małych zbiorników wodnych .....	10
1.3. Wpływ zlewni na zawartość metali ciężkich w osadach dennych .....	11
<b>2. Metodyka badań .....</b>	<b>15</b>
2.1. Prace studyjne – wybór powierzchni badawczych .....	15
2.2. Prace terenowe .....	16
2.3. Prace laboratoryjne .....	19
2.4. Metody statystyczne i chemometryczne .....	20
2.4.1. Indeks geokumulacyjny i tło geologiczne .....	20
2.5. Kryteria podziału małych zbiorników wodnych .....	22
2.5.1. Podział zagłębień ze względu na genezę .....	22
2.5.2. Podział ze względu na wielkość obiektu .....	22
2.5.3. Podział obiektów ze względu na miąższość osadów pochodzenia wodnego .....	23
2.5.4. Podział obiektów ze względu na spadki w zlewni .....	23
2.5.5. Podział obiektów ze względu na sposób użytkowania zlewni .....	24
2.5.6. Podział obiektów zastosowany do charakterystyki badanych małych zbiorników wodnych .....	24
<b>3. Charakterystyka obszaru badań .....</b>	<b>25</b>
<b>4. Wyniki badań .....</b>	<b>29</b>
4.1. Ogólna charakterystyka badanych obiektów .....	29
4.2. Charakterystyka obiektów w obrębie wyróżnionych grup .....	30
4.2.1. Oczka wtórne słabo wykształcone (G1) .....	30
4.2.2. Oczka wtórne właściwe (G2) .....	32
4.2.3. Oczka pierwotne mineralno-organiczne (G3) .....	34
4.2.4. Oczka pierwotne organiczne głęboko zamulone (G4) .....	36
4.2.5. Oczka pierwotne organiczne płytko zamulone (G5) .....	38
4.2.6. Oczka pierwotne organiczne bez warstwy namulów (G6) .....	39
4.3. Modele litologicznej sekwencji osadów w poszczególnych grupach .....	41
4.4. Charakterystyka geochemiczna badanych osadów dennych .....	42
4.4.1. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w oczkach wtórnych słabo wykształconych (G1) .....	43
4.4.2. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w oczkach wtórnych właściwych (G2) .....	52
4.4.3. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w grupie oczek pierwotnych mineralno-organicznych (G3) .....	59
4.4.4. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w grupie oczek pierwotnych organicznych głęboko zamulonych (G4) .....	63
4.4.5. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w grupie oczek pierwotnych organicznych płytko zamulonych (G5) .....	66
4.4.6. Charakterystyka geochemiczna osadów zdeponowanych w grupie oczek pierwotnych organicznych bez warstwy namulów (G6) .....	70

4.5. Wydzielenie serii warstw do oceny zawartości metali ciężkich i makroskładników .....	74
4.5.1. Ocena zawartości metali ciężkich w wydzielonych seriach warstw osadów .....	76
4.5.2. Zawartość makroskładników w wydzielonych seriach warstw osadów .....	86
4.6. Wpływ zmieniających się warunków sedymentacji materiału w małych zbiornikach wodnych na skład chemiczny osadów .....	89
<b>5. Podsumowanie .....</b>	<b>93</b>
5.1. Geneza i klasyfikacja oczek .....	93
5.2. Małe zbiorniki wodne w krajobrazie młodoglacjalnym .....	93
5.3. Zależności między warunkami siedliskowymi a zawartością pierwiastków w małych zbiornikach wodnych .....	94
<b>Wnioski .....</b>	<b>101</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>103</b>
<b>Summary .....</b>	<b>109</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>111</b>

# **Differentiation and chemistry of bottom sediments of small water bodies in morainic landscape**

## **Summary**

The main aim of this work was to demonstrate the diversity of kettle ponds because of their origin and quality of deposits, to determine the concentrations of accumulated elements (selected heavy metals and macronutrients) and their impact on the quality of the natural environment. The study were conducted on 67 small kettle ponds – 55 mid-field ponds and 12 mid-forest ones, located on the area of north-western part of Pomerania Region. Sampling was made once during the winter when ice layer occurred on the surface of ponds. Mineral deposit samples were taken by usage of Ejkelkamp probe's and peat deposits by usage of Instorf probe. Drilling was performed in the central part of the ponds, assuming that this is also the place of their greatest depth and finest deposits sedimentation. The objects have been drilled from the surface sediment to a depth of up to 600 cm, depending on the number of layers – organic or mineral. The total number of collected sediments samples were 514. Following methods commonly used in soil science [Litynski et al. 1976; Ostrowska et al. 1991, Sobczyński et al. 1996] were employed for samples analysis: texture of sediments by the Casagrande' method modified by Pruszyński (in mineral samples), pH in H<sub>2</sub>O and in 1 M KCl – potentiometrically, carbon, nitrogen and total sulfur by usage of Costech CHNS-O elemental analyzer, organic matter content as losses on ignition at 550°C [Januszkiewicz 1978], the total mercury by usage of AMA apparatus 254, the content of macro-and microelements after etching 0.5 g of soil material in 6 ml of concentrated HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub> acid (ratio 5 : 1 with the addition of 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in a Milestone microwave oven.

The research provided on 67 small water reservoirs (mid-field and mid-forest ones), showed the diversity of their internal structure, in terms of type and thickness of sediments deposited in a one meter layer (organic, mineral, mixed) and the thickness of sediments deposited on the peat. Inclusion of the above parameters allowed to define the following categories and subcategories of the kettle holes: a) pseudo kettle holes poorly developed, b) pseudo kettle holes properly developed, c) true kettle holes with mineral-organic deposits, d) true kettle holes with deep mud layer, e) true kettle holes with shallow mud layer, f) true kettle holes without a mud layer. The results also revealed that in their microcatchments they play functions of sedimentary basins and accumulate the material from the catchment area. The nature of sediments (occurrence of organic and mineral layers, texture) and their stratigraphic position in the pond also play the function of biogeochemical barrier, which is extremely important in maintaining biodiversity and high quality of environment. Analysis of elements in separate layers of the sediments showed an enrichment in trace elements and heavy metals (on average to 10, maximum to 20 times) in the first series of layers (W1 and W2), relative to their content in the deepest layers, taken as geochemical background levels. The enrichment of the youngest layers of sediments indicates on anthropogenic origins of trace elements and

heavy metals. The accumulation of trace elements and heavy metals in sediments depends mainly on following factors: the usage of a water catchment area, the area of water surface in pond and reaction of deposited sediments. The most strongly anthropogenic factor influencing the sediments chemistry was the proximity of rural settlements. Depending on the different regulation and limits the contamination of sediments by heavy metals can be considered as contaminated by the criteria set out in the Regulation of the Minister of Environment [2002 a] for the assessment of pollution spoils from dredging reservoirs, ponds and natural water courses. Regarding to the limits given by Kabata-Pendias et al. [1995] the heavy metals content is the natural or elevated, and only in some cases weakly contaminated. According to the geochemical evaluation of sediments proposed by Bojakowska and Sokołowska [1998] the majority of samples belongs to II<sup>nd</sup> purity class and occasionally some samples to III<sup>rd</sup> purity class.

# **Differenzierung und Chemismus der Ablagerungen kleiner Wasserreservoirien in einer jungglazialen Landschaft**

## **Zusammenfassung**

Das Ziel der Habilitationsschrift war ein Nachweis der Söllendifferenzierung in der Abhängigkeit von ihrer Genese und Ablagerungsmaterialqualität sowie eine Bestimmung der Menge von den angesammelten Elementen (ausgewählter Schwermetalle und Makrobestandteile) und derer Einfluss auf natürliche Umweltqualität. Insgesamt wurden 67 kleine Wasserreservoirien (55 Ackersölle und 12 Waldsölle) untersucht. Die Proben wurden einmalig in der Winterzeit unter der Ausnutzung von der Eisdecke auf den Sölleoberflächen genommen. Die Proben von den Mineralablagerungen wurden mit einem Riefeprobegerät der Firma Ejkelkamp und von den Torfablagerungen mit einer Instorfsonde genommen. Die Bohrungen wurden im zentralen Sölleteil, begründet durch ihre maximalen Tiefen und Sedimentation von feinsten Ablagerungen angefertigt. Es wurde angenommen, dass einzelne extreme Erosionserscheinungen im Einzugsgebiet, die einmalige Lieferung vom grobkörnigen Mineralmaterial verursachen, nehmen an solchen Stellen den geringsten Einfluss auf den Chemismus der Ablagerungen. Die Objekte wurden von der Ablagerungsoberfläche bis zu maximaler Tiefe von 600 cm abhängig von der Anzahl der organischen oder mineralen Schichten durchgebohrt. Insgesamt wurden 514 Proben der Grundablagerungen genommen. In den Untersuchungsproben wurde anhand der in der Bodenkunde üblichen Methoden [Lityński u. Mitarb, 1976; Ostrowska u. Mitarb, 1991; Sobczyński u. Mitarb, 1996]: die Kornzusammensetzung der Ablagerungen mit der Methode von Casagrande und einer Modifikation von Prószyński (in Mineralproben), elektrometrisch pH im Wasser und im 1M KCl, Kohle- und Stickstoffgehalt sowie Schwefelgesamtgehalt unter Anwendung von der CHNS-O Elementaranalysator der Firma Costech, Gehalt an organischer Materie als Glühverluste bei der Temperatur von 550°C [Januszkiewicz 1978], Quecksilbergesamtgehalt in den Festproben nach der Zersetzung in der Temperatur von 700°C mit der Absorptionsspektrophotometriemethode (ASA) anhand des Apparats AMA 254, Gehalt an Makro- und Mikrobestandteilen in einer Annäherung am Gesamtgehalt nach dem Ätzen vom 0,5 g Bodenmaterial in einer Mischung (6 ml) von den konzentrierten Säuren  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$  (im Verhältnis 5:1 mit einer Zugabe von 1 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) im Mikrowelleofen der Firma Milestone.

Eigene Untersuchungen von den 67 Acker- und Waldsöllen haben eine Differenzierung ihrer Innenstruktur hinsichtlich der Art und Mächtigkeit der Ablagerungen in der Schicht bis zu einem Meter von der Oberfläche (organische, mineralische und gemischte) sowie der Mächtigkeit der Ablagerungen auf den Moorstandorten gezeigt. Die Berücksichtigung der o.g. Parameter ermöglichte die Aussonderung der folgenden Sölleklassen und -unterklassen: a) schwach ausgebildete sekundäre Sölle, b) richtige sekundäre Sölle, c) primäre mineralisch-organische Sölle, d) primäre organische tief verschlammte Sölle, e) primäre organische flach verschlammte Sölle, f) primäre organische Sölle ohne Anschwemmungsschicht. Die Untersu-

chungsergebnisse haben auch bewiesen, dass sie in den Mikro Einzugsgebieten eine Funktion von Sedimentationsbecken haben, in denen das Material von der Einzugsfläche sedimentiert. Der Ablagerungscharakter (Kornzusammensetzung, die Vermischung der organischen und mineralischen Schichten) und ihre Lage in der Söllestratigraphie erfüllen außerdem die Funktionen der biogeochemischen Barriere, die für die Einhaltung der Biodiversität und Reinhaltheit der Naturumwelt außerordentlich wesentlich ist. Die Analyse der Elementgehalte in absonderten Ablagerungsschichten hat eine deutliche Anreicherung an Mikroelementen und Schwermetallen (im Mittel 10-fach und sogar 20-fach) von den ersten Schichtserien (W1 und W2) im Verhältnis zu ihren Gehalten in den tiefsten Schichten, die als Niveau vom geochemischen Grund angenommen wurden, nachgewiesen. Die Anreicherung der jüngsten Schichten deutet auf anthropogene Herkunft von den Mikroelementen und Schwermetallen hin. Die Kumulation von den Mikroelementen und Schwermetallen in den Ablagerungen beeinflussen folgende Faktoren: Bewirtschaftungsweise vom Einzugsgebiet, Wasserspiegelhöhe und Reaktion der sedimentierten Ablagerungen. Der größte anthropogene Faktor, der den Chemismus von den Ablagerungen beeinflusst, ist die Nähe der Dorfbebauung. Der Schwermetallgehalt in den Grundablagerungen lässt sie als unverunreinigte, laut den Kriterien einer Verordnung vom Umweltminister [2002a] zur Verunreinigungseinschätzung des Baggerguts bei der Vertiefung von den Wasserbecken, Teichen und natürlichen Wasserläufen, bezeichnen. Bei der Berücksichtigung von Grenzzahlen nach Kabata-Pendias u. Mitarb, [1995] weisen sie auf natürliche oder erhöhte Gehalte und nur einige auf schwache Verunreinigung hin. Nach einer geochemischen Einschätzung der Wasserablagerungen, die durch Bojakowska und Sokółowska vorgeschlagen wurde [1998], entsprechen sie im überwiegenden Teil der II. Reinigungs-kategorie (sporadisch der III. Klasse).