

UNIwersytet przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Inżynierii Środowiska

V Konferencja naukowa pod patronatem  
Rektora Uniwersytetu przyrodniczego we Wrocławiu  
Profesora Romana Kołacza

# **WSPÓŁCZESNE PROBLEMY INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

(skrótóy referatów)

Konferencja połączona  
z jubileuszem 45-lecia  
Pracy naukowo-dydaktycznej  
Profesora Włodzimierza Czamary



Wrocław – Polanica Zdrój  
16–18 Maja 2012 r.

## **ORGANIZATOR**

INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
– UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU

### **KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI**

prof. dr hab. inż. Stanisław Czaban, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Wojciech Bartnik, Kraków  
prof. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk, Kraków  
prof. dr hab. inż. Andrzej Byczkowski, Warszawa  
prof. dr hab. inż. Alicja Czamara, Wrocław  
doc. dr Alfred Dubicki, Wrocław  
prof. dr inż. Hartmut Eckstaedt, Rostock (Niemcy)  
prof. dr hab. inż. Stefan Ignar, Warszawa  
dr hab. inż. Tomasz Kałuża, Poznań  
prof. dr hab. inż. Stanisław Krzanowski, Kraków  
dr inż. Ryszard Kosierb, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Jerzy Kowalski, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Krzysztof Kuczewski, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Kurt Lecher, Hannover (Niemcy)  
prof. dr hab. inż. Janusz Łomotowski, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Alicja Michalik, Kraków  
prof. dr hab. inż. Waldemar Mioduszewski, Falenty  
prof. dr hab. inż. Marian Mokwa, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Sadżide Murat-Błażejewska, Poznań  
prof. dr hab. inż. Elżbieta Nachlik, Kraków  
prof. dr hab. inż. Maria Ozga-Zielińska, Warszawa  
prof. dr hab. inż. Włodzimierz Parzonka, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Julian Paluch, Wrocław  
prof. dr inż. Jaroslav Pollert, Praha (Czechy)  
dr hab. inż. Agata Szymańska-Pulikowska, Wrocław  
dr hab. inż. Krzysztof Pulikowski, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Laura Radczuk, Wrocław  
dr inż. Klaus Rickert, Hannover (Niemcy)  
prof. dr hab. inż. Jerzy Sobota, Wrocław  
dr hab. inż. Czesław Szczegieliński, Wrocław  
prof. dr hab. inż. Romuald Szymkiewicz, Gdańsk  
prof. dr inż. Konrad Thürmer, Weimar (Niemcy)  
prof. dr inż. Pavel Vlasak, Praha (Czechy)  
prof. dr hab. inż. Beniamin Więzik, Bielsko-Biała

### **KOMITET ORGANIZACYJNY KONFERENCJI**

prof. dr hab. inż. Stanisław Czaban – przewodniczący  
mgr inż. Maria Boczarska  
mgr Bożena Klatt-Piasecka  
mgr inż. Piotr Kaługa  
Sławomir Nowak  
dr inż. Dorota Olearczyk  
mgr Olga Szarska

## PRZEDMOWA

Oddajemy w Państwa ręce *Zeszyt Streszczeń* zawierający skróty referatów zgłoszonych na V Konferencję *Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska*.

*Zeszyt* ten dedykujemy Panu Profesorowi Włodzimierzowi Czamarze w dowód uznania i wdzięczności za 45 lat pracy naukowo-dydaktycznej i organizacyjnej na naszej Uczelni.

Konferencją tą pragniemy uświetnić Jubileusz Profesora Włodzimierza Czamary, który podczas długoletniej pracy naukowej zajmował się zagadnieniami szeroko pojętej inżynierii środowiska.

Zainteresowania naukowe Jubilata w początkowym okresie dotyczyły regulacji rzek, jednak zasadniczą dyscypliną, której poświęcił swoje badania jest hydrologia. W ramach tej dyscypliny zajmował się procesami spływu powierzchniowego i infiltracji, prognozowaniem zjawisk hydrologicznych oraz przepływami ekstremalnymi. Wiele czasu poświęcił też problematyce poprawy jakości wód poprzez budowę zbiorników wstępnych (z osadnikiem i komorami z filtrem roślinnym) zlokalizowanych powyżej głównego zbiornika wodnego.

W środowisku hydrologów i hydrotechników oraz specjalistów z dziedziny inżynierii środowiska Jubilat jest wysoko ceniony również jako ekspert w zakresie oceny oddziaływania obiektów hydrotechnicznych na środowisko.

Znaczący jest także wkład Profesora Włodzimierza Czamary w proces kształcenia i wychowania młodej kadry naukowej poprzez prowadzenie zajęć dydaktycznych i opiekę nad pracami dyplomowymi oraz działalność studenckiego Koła Naukowego Hydrologów i Hydrotechników.

Osiągnięcia badawcze, zakres i różnorodność działalności naukowej Jubilata staraliśmy się przedstawić w załączonym życiorysie.

W imieniu wszystkich współpracowników, kolegów i wychowanków Profesora Włodzimierza Czamary serdecznie gratulujemy Jubilatowi i składamy podziękowania za dotychczasowe osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne.

Jednocześnie życzymy drogiemu Jubilatowi i Koledze dużo zdrowia, energii, dalszego twórczego zapału i wszelkiej pomyślności w życiu osobistym.

Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji

Prof. dr hab. inż. Stanisław Czaban

Wrocław – Polanica Zdrój 16–18 maja 2012 r.





Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara



## JUBILEUSZ PROFESORA WŁODZIMIERZA CZAMARY

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara urodził się w 1942 r. w Krasnem, w woj. tarnopolskim. Studia wyższe na Wydziale Melioracji Wodnych ówczesnej Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu ukończył w 1967 r. uzyskując dyplom magistra inżyniera melioracji wodnych z wynikiem bardzo dobrym.

W 1976 r. otrzymał stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej *Zmienność współczynnika spływu powierzchniowego na terenach kopalni odkrywkowej*.

W roku 1991 uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie hydrologii na podstawie rozprawy *Charakterystyka hydrologiczna i model wezbrań opadowych dorzecza górnej Odry*.

W 2000 roku otrzymał tytuł naukowy profesora nauk rolniczych.

Pracę zawodową rozpoczął w 1967 r. w Katedrze Budownictwa Wodnego ówczesnej Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu. Po przejściu kolejnych szczebli kariery nauczyciela akademickiego od roku 2003 pełni funkcję kierownika Zakładu Hydrologii i Gospodarki Wodnej w Instytucie Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Odbył szereg staży naukowych: trzykrotnie na Uniwersytecie w Rostocku (Niemcy), na Uniwersytecie w Nowym Sadzie (Jugosławia), Uniwersytecie Rolniczym w Nitrze (Czechosłowacja) i Akademii Rolniczej w Jełgawie (Łotwa).

Dorobek naukowo-badawczy obejmuje łącznie 169 pozycji, w tym: 79 opublikowanych jako oryginalne prace twórcze (62), podręczniki i skrypty (11) i inne (6), oraz 90 raportów z prac badawczych, studialnych, ekspertyz, opinii i grantów. Spośród publikacji 12 pozycji ukazało się w językach obcych. Wspomniane publikacje ukazały się w wydawnictwach zagranicznych: International Association of Hydrological Science, Mitteilungen des Hydrographischen Dienstes in Oesterreich, w materiałach konferencji w Brunszwiku oraz w licznych recenzowanych wydawnictwach krajowych. Dzieła zwarte, podręczniki i skrypty były wydawane przez Institute of Hydrology w Wallingford (UK) oraz przez Akademię Rolniczą (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) we Wrocławiu.

Profesor W. Czamara jest cenionym specjalistą z zakresu inżynierii, hydrologii i gospodarki wodnej, w szczególności:

- hydrologii przepływów niskich, uczestnicząc czynnie między innymi w Międzynarodowym Programie FRIEND (Flow Regimes from International and Network Data);
- matematycznego modelowania procesów cyklu hydrologicznego;
- małej retencji jako elementu poprawy bilansu wodnego w zlewni;
- badania i oceny stabilności koryt rzecznych i wyznaczania parametrów regulacyjnych;

- jest autorem koncepcji programu jakości wód, oceny skuteczności wstępnych zbiorników z osadnikiem i komorami z filtrem roślinnym zlokalizowanych powyżej zbiornika zasadniczego;
- ochrony przed powodzią.

Jubilat jest znany i ceniony w środowisku hydrotechników jako ekspert w dziedzinie oceny oddziaływania obiektów hydrotechnicznych na środowisko naturalne.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Włodzimierza Czamary zaliczają się:

- badanie procesu spływu powierzchniowego na terenach kopalni odkrywkowych w Koninie, Bełchatowie i Turossowie. Wyznaczone przez niego współczynniki spływu powierzchniowego stanowią podstawę wymiarowania systemu odwadniającego odkrywek górniczych;
- badanie procesów hydrologicznych i hydraulicznych, warunków równowagi występujących w korycie rzeki Widawki odprowadzającej wody podziemne Kopalni Węgla Brunatnego w Bełchatowie. Jest autorem projektu regulacji tej rzeki z zastosowaniem rozwiązań proekologicznych;
- formowanie się wezbrań opadowych w dorzeczu górnej Odry, opracowanie matematycznego modelu typu opad – odpływ;
- badanie przepływów niskich w zlewniach rolniczych o różnym stopniu przekształcenia;
- wyznaczenie optymalnych parametrów hydrologicznych i hydraulicznych zbiorników małej retencji, położonych w zlewniach rolniczych;
- współorganizację wydziałowego poligonu doświadczalnego (1984–1986) – Ciesielska Woda oraz od 1984 organizację poligonu badawczego dla studentów kół naukowych, doktorantów i pracowników Uniwersytetu Przyrodniczego – Mściwojów.

Działalność dydaktyczno-wychowawcza Włodzimierza Czamary obejmuje wykłady, ćwiczenia kameralne i terenowe oraz zajęcia seminaryjne z następujących przedmiotów: hydrologia, regulacja rzek i ochrona przed powodzią, inżynieria ekologiczna, ekologia wód płynących, zagospodarowanie stref zalewowych dolin rzecznych, infrastruktura hydrotechniczna. Jest współautorem dwóch skryptów z hydrologii, podręcznika *Regulacja rzek i potoków*, *Międzynarodowego słownika hydrologicznego*, podręcznika *Metody ograniczania skutków powodzi*, materiałów do studium podyplomowego *Ekologia wód płynących*. Przyczynił się do wydania w języku polskim podręcznika *Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków*, wydanego przez The River Restoration Centre, Silsoe (UK).

Swoje wykłady, opracowane jako prezentacje w programie Power Point, uzupełnia filmami wykonanymi na obiektach regulacyjnych i hydrotechnicznych oraz podczas występowania zjawisk ekstremalnych (np. powodzi, klęski ekologicznej w lasach Gór Izerskich).

Pracę wychowawczą ze studentami Włodzimierz Czamara prowadzi od wielu lat, pełniąc funkcje: opiekuna grup, organizatora i opiekuna praktyk wakacyjnych i dyplomowych, opiekuna zagranicznych grup studenckich. Od 1978 roku udziela się czynnie w pracach studenckiego Koła Naukowego Hydrologów i Hydrotechników. Dzięki temu zaangażowaniu, Koło legitymuje się licznymi nagrodami i wyróżnieniami na sejmikach uczelnianych, ogólnopolskich i międzynarodowych.



Wypromował 4 doktorów, był opiekunem 98 prac magisterskich. Napisał szereg recenzji prac doktorskich i habilitacyjnych, projektów badawczych. Wyniki swoich prac prezentował na kilkudziesięciu konferencjach krajowych i zagranicznych.

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara aktywnie uczestniczy w pracach Sekcji Hydrologii Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, wrocławskiego oddziału Polskiego Towarzystwa Geofizycznego oraz Sudeckiej Sekcji Komitetu Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN.

Znaczący jest również udział profesora W. Czamary we współpracy z gospodarką narodową. Jest rzeczoznawcą w SITWM i SITR w zakresie gospodarki wodnej i budownictwa wodnomelioracyjnego oraz biegłym w Ministerstwie Środowiska w zakresie postępowania wodnoprawnego oraz sporządzania ocen oddziaływania na środowisko.

W latach 1993–2000 profesor Włodzimierz Czamara był redaktorem działowym Zeszytów Naukowych AR we Wrocławiu, seria „Inżynieria Środowiska”.

W uznaniu działalności naukowej, zawodowej oraz dydaktyczno-wychowawczej prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara został wyróżniony odznaczeniami państwowymi (Złoty Krzyż Zasługi, Medal Komisji Edukacji Narodowej), resortowymi (Medal 70-lecia Polskiej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, Złota Odznaka *Za Zasługi dla Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej*) oraz organizacji technicznych (Złota Odznaka Honorowa SITWM, Srebrna Odznaka Honorowa NOT) oraz 16 razy nagrodami JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu za osiągnięcia w badaniach naukowych, w pracy dydaktyczno-wychowawczej i za działalność w studenckim ruchu naukowym.

Cechy charakterystyczne profesora W. Czamary to rzetelne i wnikliwe podejście do podejmowania problemów badawczych, wyciąganie wniosków z rozważań teoretycznych, które stara się weryfikować na drodze pomiarów oraz studiów terenowych i laboratoryjnych, a uzyskane wyniki przenosi do praktyki inżynierskiej. Jest to zgodne z metodą postępowania Newtona: *„z pewnych wybranych zjawisk wydedukować siły przyrody i proste prawa tych sił, a następnie drogą syntezy pokazać konstrukcję całej reszty”*.

Laura Radczuk  
Stanisław Czaban



## **WDRAŻANIE DYREKTYW UNIJNYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W MIĘDZYNARODOWYM DORZECZU ODRY**

### **IMPLEMENTATION OF UE DIRECTIVES IN THE FIELD OF WATER MANAGEMENT IN THE INTERNATIONAL Odra RIVER BASIN**

**Słowa kluczowe:** gospodarka wodna, Ramowa Dyrektywa Wodna, Dyrektywa Powodziowa, Międzynarodowy Obszar Dorzecza Odry

**Key words:** water management, Water Framework Directive, Flood Directive, International Odra river basin district

Gospodarka wodna jest działem gospodarki narodowej obejmującym m.in. zagadnienia ochrony wód przed zanieczyszczeniem oraz powodzią, a także kształtowanie zasobów na potrzeby ludności i gospodarki. Poprawie jakości wód w całym dorzeczu Odry służy wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz inne działania i programy mające znaczący wpływ na polepszenie stanu ilościowego oraz jakościowego wód. Natomiast ograniczanie ryzyka powodziowego i zmniejszanie następstw powodzi w państwach Wspólnoty Europejskiej oraz właściwe zarządzanie ryzykiem, jakie może stwarzać powódź jest celem Dyrektywy Powodziowej. Platformę koordynującą wdrażanie obu tych Dyrektyw w Międzynarodowym Obszarze Dorzecza Odry stanowi Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem.

Referat opisuje stan zaawansowania prac związanych z wdrażaniem obu dyrektyw w międzynarodowym dorzeczu Odry i podkreśla fakt, iż współpraca trójstronna w dorzeczu Odry powinna zapewnić prawidłową koordynację wszelkich działań poszczególnych państw, co przyczyni się do należytej realizacji polityki wodnej Wspólnoty Europejskiej w zakresie poprawy stanu środowiska wodnego.

✉ piotr.baranski@mkoo.pl  
✉ magdalena.stanecka@mkoo.pl

---

Anna Baryła<sup>1</sup>, Grzegorz Majewski<sup>2</sup>,  
Agnieszka Karczmarczyk<sup>1</sup>, Magdalena Frąk<sup>1</sup>, Andrzej Brandyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Kształtowania Środowiska, SGGW w Warszawie

<sup>2</sup>Katedra Inżynierii Wodnej, SGGW w Warszawie

## **PORÓWNANIE WYNIKÓW POMIARÓW OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH WYKONANYCH AUTOMATYCZNYM PLUWIOMETREM KORYTKOWO-WYWROTNYM I DISDROMETREM LASEROWYM NA STACJI WARSZAWA URSYNÓW**

### **COMPARISON OF MEASUREMENTS OF PRECIPITATION MADE THE AUTOMATIC RAIN GAUGE AND LASER DISDROMETER AT THE STATION WARSZAWA URSYNÓW**

**Słowa kluczowe:** opad atmosferyczny, porównanie pomiarów, disdrometr laserowy

**Key words:** precipitation, intercomparison measurements, laser disdrometer

Opady atmosferyczne, szczególnie ich struktura i zmienność w czasie stanowią podstawowe źródło informacji na studiach hydrologicznych, rolniczych, jak również w praktyce inżynierskiej (wymiarowania odwodnień terenów, w tym systemów melioracyjnych i kanalizacyjnych). W artykule porównano wyniki pomiarów struktury pojedynczych zdarzeń opadowych zarejestrowanych na stacji Warszawa-Ursynów za pomocą pluwiometru korytkowo-wywrotnego i disdrometru laserowego. Zapisy były wykonywane automatycznie w interwałach 1-minutowych. Analizie poddano opady zakwalifikowane według Chomicza jako opady ulewne i nawalne.

✉ Anna\_Baryla@sggw.pl

---

**Andrzej Boczoń, Michał Wróbel**

*Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu, Sękocin Stary, Raszyn*

## **WPŁYW ZASTOSOWANIA HYDROŻELU ZEB A SP NA STAN UWILGOTNIENIA GLEBY PIASZCZYSTEJ**

### **EFFECT OF APPLICATION OF HYDROGEL ZEB A SP ON SANDY SOIL MOISTURE**

**Słowa kluczowe:** hydrożel, krzywa pF, wilgotność gleb

**Key words:** hydrogel, pF curve, soil moisture

Drzewostany na terenie Polski rosną głównie na słabych glebach piaszczystych, mających niewielkie zdolności zatrzymywania wody. Zapewnienie sadzonkom dobrych warunków

wzrostu po przeniesieniu ze szkółek jest bardzo istotne, szczególnie przy odnawianiu lasu lub zalesianiu nowych terenów. W długich okresach bezdeszczowych, które coraz częściej pojawiają się w naszym kraju, należy zapewnić uprawom dostęp do wody. W celu poprawienia warunków wodno-powietrznych gleb coraz częściej stosuje się substancje hydrożelowe. Znajdują one szerokie zastosowanie w ogrodnictwie, a ostatnio także w leśnictwie. Hydrożel to substancja syntetyczna, która może zmagazynować nawet 1000 razy więcej wody niż sama waży, a przy tym jest nietoksyczna w stosunku do roślin.

Autorzy przedstawili wyniki badań nad zmianami właściwości wodnych typowej dla polskich lasów gleby piaszczystej słabogliniastej po zastosowaniu preparatu ZEBA SP. Wyjątkowość tego absorbentu wynika z faktu, że jest otrzymywany ze skrobi kukurydzianej i dlatego może stanowić alternatywę dla hydrożeli dotychczas oferowanych w Polsce.

Przeprowadzono badania laboratoryjne, w których wyznaczono krzywe pF gleb z różną zawartością absorbentu ZEBA SP, a także założono doświadczenia wazonowe określając wpływ różnych stężeń preparatu na zmiany wilgotności gleby i tempo jej wysychania.

Badania wykazały, że najlepsze efekty daje preparat w stężeniu 0,5%. Taka ilość preparatu zwiększyła efektywną i potencjalną retencję użyteczną gleb o 17%; wydłużała czas wysychania gleby od stanu maksymalnego do minimalnego uwilgotnienia od 9 do 14 dni w porównaniu z glebą bez absorbentu; zwiększała dostępność wody glebowej dla roślin od 9 do 20 dni.

✉ a.boczon@ibles.waw.pl

✉ m.wrobel@ibles.waw.pl

---

**Mieczysław Chalfen**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki*

## **WPLYW NIEDOKŁADNOŚCI WYZNACZENIA STAŁYCH DYSPERSJI HYDRODYNAMICZNEJ NA PRZESTRZENNO-CZASOWY ROZKŁAD ZANIECZYSZCZEŃ W OŚRODKU GRUNTOWYM**

### **AN INFLUENCE OF MEASUREMENT INACCURACY OF DISPERSION COEFFICIENT ON TIME-SPACE POLLUTANT DISTRIBUTION IN GROUNDWATER**

**Słowa kluczowe:** dyspersja zanieczyszczeń, wody gruntowe, rozkład normalny

**Key words:** pollutant movement, groundwater, normal distribution

W pracy bada się wpływ niedokładności oszacowania stałych dyspersji podłużnej i poprzecznej na dokładność rozwiązań równania dyspersji hydrodynamicznej, będącego podstawą matematycznego modelowania przepływu zanieczyszczeń chemicznych w ośrodku gruntowo-wodnym. Wykorzystano analityczne rozwiązania równania dyspersji w przypadku źródła punktowego, chwilowego i stałego w czasie. Niedokładności oszacowania stałych dyspersji opisano rozkładem normalnym z zadaną wartością śred-

nią i wariancją. Na podstawie wielowariantowych symulacji przy różnych wartościach stałych dyspersji wykazano, że przestrzenno-czasowy rozkład zanieczyszczeń istotnie zależy od dokładnego określenia parametrów równania dyspersji. Największa wariancja obliczonych koncentracji zanieczyszczeń, będąca miarą błędu symulacji, występuje na krańcach obszaru skażonego oraz w rejonach największych stężeń. Są to obszary, w których istnieje najwyższe ryzyko błędnych obliczeń symulacyjnych. Przedstawiono także zależność wariancji uzyskanych wyników od założonych wariancji stałych dyspersji.

✉ e-mail: Mieczyslaw.Chalfen@up.wroc.pl

---

**Sietan Chieng<sup>3</sup>, Małgorzata Biniak-Pieróg<sup>2</sup>,  
Joanna Kamińska<sup>1</sup>, Wiesław Szulczewski<sup>1</sup>,  
Andrzej Żyromski<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki*

*<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska,  
Zakład Agro- i Hydrometeorologii*

*<sup>3</sup>University of British Columbia, UBC Civil Engineering, Vancouver, Canada*

## **APLIKACJA EVAPO – NARZĘDZIE DO WYZNACZANIE EWAPOTRANSPIRACJI METODĄ FAO – PENMAN – MONTEITH**

### **EVAPO APPLICATION – A TOOL FOR DETERMINING EVAPOTRANSPIRATION BY FAO – PENMAN – MONTEITH METHOD**

**Słowa kluczowe:** ewapotranspiracja wskaźnikowa, model Penmana – Monteith'a, aplikacja

**Key words:** potential evapotranspiration, Penman – Monteith model, computer application

Ewapotranspiracja, będąca sumą parowania z gleby oraz transpiracji roślin, jest trudna do szacowania i modelowania. Na podstawie badań terenowych powstało wiele modeli matematycznych pozwalających obliczyć ewapotranspirację według danych meteorologicznych pochodzących z rozważanego obszaru. Aktualnie za najbardziej adekwatny procesowi rzeczywistemu uważa się model Penmana – Monteith'a. Model ten jest dość skomplikowany obliczeniowo, stąd też interesująca może być aplikacja, która na podstawie plików z danymi wyjściowymi przygotowanymi w Excelu umożliwia wyznaczenie ewapotranspiracji, przeprowadzenie prostej analizy oraz zapisanie wyników w formacie Excela.

W pracy przedstawiono aplikację do wyznaczania wartości dobowych ewapotranspiracji wskaźnikowej ( $ET_0$ ), rozumianej jako wielkość parowania z powierzchni trawnika w pełni rozwoju, rosnącego na glebie, która zapewnia optymalne warunki wegetacji. Prezentowana aplikacja umożliwia wyznaczenie wartości  $ET_0$  dla dowolnego miejsca danego współrzędnymi geograficznymi i wysokością nad poziomem morza na podstawie dobowych wartości temperatury powietrza, niedosytu wilgotności względnej, prędko-

ści wiatru oraz usłonecznienia względnego. W zbiorze danych wejściowych znajdują się również zmienne o wartościach stabilizowanych, takie jak stała psychrometryczna zależna od wysokości nad poziomem morza i ciśnienia atmosferycznego, maksymalna prężność pary wodnej oraz tangens kąta nachylenia krzywej ciśnienia nasyconej pary wodnej, na które wpływa temperatura, promieniowanie na górnej granicy atmosfery zależne od kolejnego dnia w roku, które w aplikacji są wyznaczane automatycznie na podstawie zadanych informacji geograficznych. Aplikacja umożliwia przeprowadzenie analizy zmienności wartości ewapotranspiracji w latach, jak również w poszczególnych miesiącach. Na podstawie 50-letniego ciągu danych meteorologicznych wyznaczono wartości ewapotranspiracji dla Vancouver oraz Wrocławia Swojca i wykonano przykładową analizę z zastosowaniem prezentowanej aplikacji.

✉ Wieslaw.Szulczewski@up.wroc.pl

---

**Tomasz Ciesielczuk<sup>1</sup>, Czesława Rosik-Dulewska<sup>2</sup>, Mateusz Górski<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Uniwersytet Opolski, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi*

*<sup>2</sup>Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze*

## **DEGRADACJA OLEJU SILNIKOWEGO NA KOMPOSTACH Z ODPADÓW W WARUNKACH EKSPERYMENTALNYCH**

### **DEGRADATION OF MOTOR OIL ON MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOSTS IN LABORATORY EXPERIMENT**

**Słowa kluczowe:** olej silnikowy, biodegradacja, kompost

**Key words:** motor oil, biodegradation, compost

Zużyte sorbenty stanowią odpad, który należy do grupy odpadów niebezpiecznych, a w związku z tym, zgodnie z obowiązującymi przepisami musi zostać przekształcony termicznie lub jeśli jest to nieuzasadnione, zdeponowany na składowisku odpadów niebezpiecznych. Sorbenty, które ze względu na swoje właściwości mogłyby być stosowane wielokrotnie to komposty z odpadów. W niniejszej pracy badano tempo rozkładu oleju silnikowego na kompostach z odpadów z mikroflorą wstępnie zaadaptowaną do rozkładu substancji ropopochodnych. Do celów porównawczych zastosowano sorbenty komercyjne. W trakcie eksperymentu badano ogólną ilość syntetycznego oleju silnikowego oraz pojedynczych n-alkanów o długości łańcucha C22-C40. Wraz z upływem czasu zanotowano intensywniejszy rozkład oleju na kompostach w porównaniu z sorbentami komercyjnymi. Mikroflora wykorzystująca węglowodory łańcuchowe jako źródło węgla zapewniła szybką (zanotowaną już po pierwszym miesiącu eksperymentu) redukcję ilości zanieczyszczenia ropopochodnego w próbkach, a w związku z tym możliwość powtórnego wykorzystania kompostu jako sorbentu. Pozwala to na uniknięcie kosztownego składowania lub unieszkodliwiania termicznego, co nie tylko

ma negatywny wpływ na jakość poszczególnych komponentów środowiska, ale także generuje dodatkowe koszty.

✉ tomasz.ciesielczuk@wp.pl

---

**Stanisław Czaban<sup>1</sup>, Zofia Lasota-Angelów<sup>2</sup>, Lucyna Sałacka<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

*<sup>2</sup>KGHM Rudna*

## **JAKOŚĆ ŚRODOWISKA W OTOCZENIU OBIEKTU UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW**

### **ENVIRONMENT QUALITY IN THE VICINITY OF WASTE DISPOSAL**

**Słowa kluczowe:** składowiska odpadów, dynamika zmian jakości: wód podziemnych i powierzchniowych, jakość powietrza atmosferycznego

**Key words:** landfill site, dynamics of quality change of ground waters and surface waters, quality of atmospheric air

Ochrona środowiska stanowi integralną część procesów eksploatacji i formowania obiektu unieszkodliwiania odpadów. Od początku wdrażane są specjalne przedsięwzięcia i inwestycje mające na celu ograniczenie bądź wyeliminowanie uciążliwości składowiska. Zastosowane środki techniczne koncentrują się na ochronie: wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie składowiska, wód Odry, powietrza atmosferycznego oraz gospodarce odpadami. Eksploatacja obiektu prowadzona jest zgodnie z pozwoleniem zintegrowanym w przypadku instalacji składowania odpadów rud miedzi. Zakład dysponuje Instrukcją Nadzwyczajnych Zagrożeń oraz zrealizował system obiektów i urządzeń związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa w otoczeniu składowiska. W pracy zostanie przedstawiony stan jakości powietrza, wód powierzchniowych i podziemnych w latach 2000–2011.

✉ stanislaw.czaban@up.wroc.pl

---



Stanisław Czaban<sup>1</sup>, Zofia Lasota-Angelów<sup>2</sup>, Lucyna Sałacka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

<sup>2</sup>KGHM Rudna

## MONITORING ŚRODOWISKA W OTOCZENIU OBIEKTU UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW

### MONITORING OF ENVIRONMENT IN THE VICINITY OF WASTE DISPOSAL

**Słowa kluczowe:** monitoring środowiska, unieszkodliwianie odpadów, składowiska odpadów, odpady mineralne

**Key words:** environment monitoring, waste disposal, landfill site, mineral wastes

Obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych dysponuje obecnie systemem monitoringu środowiska. Ze względu na ilość badanych komponentów, punktów sieci pomiarowych, zakresu parametrów oraz częstotliwości pomiarów, jak również długi okres badań, można uznać go za wzorowy w odniesieniu do przyjętych kryteriów krajowych i europejskich. Analizy wykonywane są przez certyfikowane laboratoria, a interpretacje wyników weryfikują niezależni eksperci o uznanym dorobku naukowym. W pracy zostaną przedstawione zakładowe monitoringi: powietrza atmosferycznego, wód powierzchniowych i podziemnych, gleb, zwierząt gospodarskich oraz ludzi.

✉ stanisław.czaban@up.wroc.pl

---

Stanisław Czaban<sup>1</sup>, Józef Lewiński<sup>2</sup>, Wiesław Świerczyński<sup>2</sup>, Robert Pratkowiecki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

<sup>2</sup>KGHM Rudna

## OCENA PRACY INSTALACJI ROZPROWADZAJĄCEJ WODY KOPALNIANE

### EVALUATION OF OPERATION OF SYSTEM DISTRIBUTING THE MINE WATERS

**Słowa kluczowe:** instalacja rozprowadzająca, wody kopalniane, zrzut wody, stabilność koryta

**Key words:** system distributing the mine waters, water discharge, channel stability

Instalacja składa się z rurociągu perforowanego. Perforacja nie jest stała na długości rury i maleje wraz ze wzrostem odległości. Rurociąg ułożono na głębokości ok. 1.0 m pod dnem rzeki w wykopie trapezowym. Skarpy i dno wykopu zostały wyłożone włókniną. Po ułożeniu rurociągu część wykopu zasypano frakcją gruntu gruboziarnistego.

Coroczne badania stanu technicznego instalacji rozprowadzającej wskazują na postępujące procesy korozyjne. Zniszczenia rurociągu rozpoczynają się zwykle w otworach,

a później dochodzi do szkód pomiędzy otworami i na znacznym obszarze rurociągu. Zły stan techniczny instalacji jest wynikiem procesów korozyjnych związanych głównie z chemizmem wód zrzutowych.

Sondowania dna Odry wykazały, że nie nastąpiło naruszenie stabilności instalacji rozprzewadzającej. Narzut kamienny, materace wypełnione kamieniami zapewniły stabilność instalacji w trakcie wielkiej powodzi w 1997 r.

✉ stanislaw.czaban@up.wroc.pl

---

**Stanisław Czaban<sup>1</sup>, Beata Malczewska<sup>1</sup>,  
Robert Głowski<sup>1</sup>, Robert Świerzek<sup>2</sup>, Tadeusz Kiwacz<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

*<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Budownictwa*

## **BADANIA WYBRANYCH WŁASNOŚCI MIESZANIN POPIOŁOWO-WODNYCH**

### **STUDY ON SELECTED PROPERTIES OF ASH -WATER MIXTURES**

**Słowa kluczowe:** popiołu, utylizacja, rozpliw, czas wiązania

**Key words:** ash disposal, spreads, setting time

Obecnie prowadzi się badania nad wykorzystaniem popiołów pochodzących z energetyki w przemyśle budowlanym czy też w podziemnych technologiach górniczych. Wówczas popiół stosowany jest w postaci mieszanin popiołowo-wodnych.

W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości popiołów o różnej zawartości środka upłynniającego. Zbadano wpływ jakości popiołu na właściwości reologiczne mieszaniny popiołowo-wodnej oraz określono czas wiązania. Zaobserwowano malejący charakter zmian rozpliwu badanych mieszanin w przypadku różnych koncentracji, co w powiązaniu z czasem wiązania opisano zależnościami liniowymi.

✉ stanislaw.czaban@up.wroc.pl

---

Stanisław Czaban<sup>1</sup>, Robert Pratkowiecki<sup>2</sup>,  
Wiesław Świerczyński<sup>2</sup>, Maciej Gruszczyński<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska  
<sup>2</sup>KGHM, Rudna

## AUDYT ENERGETYCZNY POMPOWNI HYDROTRANSPORTU ODPADÓW MINERALNYCH

### ENERGY AUDIT OF PUMP STATIONS OF MINERAL WASTES HYDROTRANSPORT

**Słowa kluczowe:** pompownie, badania pomp, charakterystyki pomp, hydrotransport

**Key words:** pump stations, test of pumps, pump characteristics, hydrotransport

W pompowni zabudowano trzy zespoły pomp, każdy złożony z trzech agregatów połączonych szeregowo. Pompy są napędzane bezpośrednio. Ostatnia pompa w szeregu III<sup>o</sup> „C” napędzana jest silnikiem z regulacją obrotów za pomocą falownika, co pozwala zmieniać wydajność i podnoszenie całego zespołu.

Na podstawie badań: wydajności układów, ciśnień, obrotów pomp i poborów energii przez silniki określono podstawowe charakterystyki parametrów pracy. Dysponowano 2624 wynikami w czasie pracy trzech pomp połączonych szeregowo i 17 063 w przypadku dwóch pomp. Przy pracy 3 pomp pobór mocy przez poszczególne pompy wynosił od 11 do 895 kW, średnio od 426 do 490 kW. Łączna moc pobierana przez agregat pompowy wynosiła od 551 do 1851 kW. Ciśnienia w króćcu tłocznym (za trzecią pompą) zmieniały się w przedziale 0.3–1.2 MPa. Przeciętne obroty pompy III<sup>o</sup> wynosiły ok. 450 obr./min, maksymalna wartość – 548 obr./min. Wydajność agregatu oscylowała w granicach od ok. 8 do 83 m<sup>3</sup>/min, średnio 62,3 m<sup>3</sup>/min, a sprawność zespołu pomp zmieniała się od 6 do 82%, średnia wartość – 62%.

✉ stanisław.czaban@up.wroc.pl

---

## **SUSZE GRUNTOWE NA NIZINIE ŚRODKOWOPOLSKIEJ W LATACH 1980–2010**

### **GROUNDWATER DROUGHTS IN THE MIDDLE POLAND LOWLAND IN THE YEARS 1980–2010**

**Słowa kluczowe:** zjawiska ekstremalne, susza atmosferyczna, susza gruntowa, stany wody gruntowej

**Key words:** extreme events, atmospheric drought, groundwater (phreatic water) drought, groundwater levels

W hydrogeologii wyróżniają się pojęcia suszy gruntowej i hydrogeologicznej. Susza gruntowa odnosi się do poziomu wód o zwierciadle swobodnym, natomiast hydrogeologiczna – do poziomu wód o zwierciadle napiętym. Zagrożenie suszą określa się na podstawie odniesienia wartości pomierzonych stanów wód gruntowych do umownej wartości granicznej, np. średniego niskiego stanu wód gruntowych z wielolecia.

W pracy przeanalizowano warunki meteorologiczne panujące na obszarze Niziny Śląskiej i Niziny Południowowielkopolskiej (makroregiony podprowincji Niziny Środkowopolskiej) w latach 1980–2010. W danym okresie stwierdzono występowanie zjawisk ekstremalnych, w tym susz atmosferycznych, jak również gwałtownych, wysokich opadów. Znaczny niedobór opadów atmosferycznych wystąpił w latach 1982–1984, 1988–1993 oraz 2002–2005. Niedobór opadów w okresie wegetacyjnym, w połączeniu z wysoką temperaturą powietrza, przyczyniał się do zwiększenia ewapotranspiracji i jej przewagi nad wielkością opadów. Następstwem było pojawienie się suszy gruntowej, która powodowała obniżenie zwierciadła wody gruntowej i wpływała na zmniejszenie zasilania lokalnych cieków. Nasilenie się suszy gruntowej miało miejsce w tych latach, w których zmniejszona ilość opadów (mniejsza od sumy z wielolecia) występowała również w półroczu zimowym. Wtedy na wiosnę następnego roku obserwowano tylko nieznaczne odnowienie zasobów wód gruntowych. Utrzymywanie się zmniejszonej ilości opadów atmosferycznych przez kilka kolejnych lat (od 3 do 5) powodowało wyraźne obniżenie się stanów wody gruntowej.

Na podstawie obserwacji prowadzonych w zlewni Ciesielskiej Wody na Nizinie Śląskiej oraz w zlewni Strugi Węglewskiej na Nizinie Południowowielkopolskiej stwierdzono obniżenie zwierciadła wody od ok. 0,5 do 2 m w latach 1989–1993 i 2001–2003. Wielkość obniżenia zwierciadła wody uzależniona była m.in. od panujących warunków atmosferycznych, budowy geologicznej zlewni (rodzaju gruntów budujących warstwę wodonośną), głębokości występowania zwierciadła wody gruntowej (związanej m.in. z ukształtowaniem terenu i odległością od cieków).

✉ alicja.czamara@up.wroc.pl

## ROZRZĄD WÓD POWODZIOWYCH W DOLINIE ODRY NA ODCINKU OD OŁAWY DO WROCŁAWIA

### TIMING OF FLOOD WATERS IN THE ODRA VALLEY ON THE SECTION FROM OŁAWA TO WROCŁAW

**Słowa kluczowe:** fala powodziowa, obiekty hydrotechniczne, system przeciwpowodziowy

**Key words:** flood wave, hydro-technical facilities, flood system

W dolinie rzeki Odry, na przedpolu Wrocławia, po powodzi w 1903 roku wybudowano obiekty hydrotechniczne, które utworzyły system przeciwpowodziowy dla Wrocławia. Miał on za zadanie obniżenie wysokości kulminacji fali powodziowej Odry do przepływu  $Q_{\max 1903} = 2400 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , określającego przepustowość sieci rzecznej na terenie miasta. W skład tego systemu przeciwpowodziowego wchodzi:

- poldery: Lipki-Oława, Bliżanowice i Oławka,
- obiekty hydrotechniczne:
  - a) śluzy nr 1–9,
  - b) przelewy wałowe wpustowe i upustowe,
- kanał powodziowy oraz kanał ulgi przeznaczony do przerzutu wód odrzańskich do rzeki Widawy.

Podczas powodzi w 1997 roku istniejący system nie był w stanie zredukować przepływu powodziowego rzeki Odry do  $2400 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , z tego powodu znaczna część Wrocławia znalazła się pod wodą.

W pracy przedstawiono charakterystykę obiektów systemu przeciwpowodziowego oraz sposób gospodarowania wodą podczas normalnych warunków użytkowania obiektów i w okresie przemieszczania się wód powodziowych, przy założeniu zwiększonej przepustowości miejskiej sieci rzecznej do  $Q_{\max} = 3225 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

Analizę przeprowadzono w nawiązaniu do stanów wody w przekrojach wodowskazowych: Brzeg-Most, Trestno i węzle wodnym Opatowice-Bartoszewice. Zwrócono również uwagę na potrzebę usprawnienia działania systemu, w związku z ograniczoną przepustowością węzła wrocławskiego.

✉ włodzimierz.czamara@up.wroc.pl

---

**Włodzimierz Czamara<sup>1</sup>, Dorota Olearczyk<sup>1</sup>,  
Radosław Stodolak<sup>1</sup>, Łukasz Pardela<sup>2</sup>, Przemysław Tymków<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Architektury Krajobrazu

<sup>3</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki

## **MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA HISTORYCZNYCH DANYCH HYDROLOGICZNYCH I HYDRAULICZNYCH W PROCESIE MODELOWANIA PRZEPŁYWU NA PRZYKŁADZIE RZEKI ŚLĘZY I WIDAWY**

### **POSSIBILITIES OF HISTORICAL HYDROLOGICAL AND HYDRAULIC DATA USE IN FLOW MODELLING ON EXAMPLE OF ŚLĘZA AND WIDAWA RIVERS**

**Słowa kluczowe:** hydrologia historyczna, modelowanie przepływów, twierdza Wrocław

**Key words:** historical hydrology, modelling of flow, Wrocław fortress

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z tzw. modelowaniem historycznym przepływów, dzięki któremu możliwe jest odtworzenie zasięgu zalewów na rzekach Ślęzy i Widawie, na skutek piętrzenia na tzw. wojskowych zaporach wodnych, przy założonych scenariuszach ich funkcjonowania. Problematyka ta dotyczy fortyfikacji lekkiej Wrocławia na przełomie XIX i XX w., która związana była z kształtującą się w tym czasie siecią rzeczną Wrocławia. Zagadnienie modelowania historycznego wymaga odtworzenia warunków panujących na obszarze badań ponad 100 lat temu. Wymaga to opracowania bazy danych historycznych, zarówno hydrologicznych, jak i hydraulicznych, a także topograficznych. Przeprowadzono analizę dotyczącą rzek Widawy i Ślęzy, na których rozmieszczone były tzw. wojskowe zapory wodne. Weryfikacja zasobów Komisji Regulacji Rzeki Odry z przełomu XIX i XX wieku oraz Archiwum RZGW i DZMiUW pozwoliła na budowę bazy danych hydraulicznych, zawierającą informację o przekrojach poprzecznych i profilach podłużnych tych rzek. Bazę tę uzupełniono o współczynnik szorstkości, niezbędny do przeprowadzenia obliczeń hydraulicznych przepływu wody w korycie i dolinie rzeki. Z uwagi na skąpe materiały źródłowe został on opracowany na podstawie zdjęć lotniczych Luftwaffe z okresu przedwojennego.

Na podstawie map topograficznych z początku XX w. w skali 1:25000 (tzw. Mastischblatt – 13 arkuszy) oraz planów, zdjęć archiwalnych, zdjęć lotniczych odtworzony został wstępnie układ sieci hydrograficznej w rejonie Wrocławia na przełomie XIX i XX w. Wektoryzacja map topograficznych pozwoliła na opracowanie modelu numerycznego terenu 3D w programie ArcGIS.

Przeprowadzono analizę hydrologiczną stanów wody i przepływów na rzekach Widawie i Ślęzie w dwóch kluczowych dla projektu badawczego przekrojach wodowskazowych: Krichener Mühle na rz. Weide (Wieściszów na rz. Widawie) oraz Neukirch na rz. Lohe (Żerniki na rz. Ślęzy). Dane hydrologiczne pozyskano z roczników 'Jarbuch' z lat 1901–1939 opracowanych przez Niemiecką Służbę Hydrologiczną. Dodatkowo przeprowadzono analizę hydrologiczną stanów wody i przepływów na wodowskazach

w obrębie Wrocławskiego Węzła Wodnego, m.in. Treschen i Breslau. Na podstawie zebranych materiałów opracowana została baza danych hydrologicznych, która posłużyła do wstępnego odtworzenia warunków przepływu w rzekach w obrębie Wrocławskiego Węzła Wodnego.

Utworzone bazy danych hydraulicznych, hydrologicznych i topograficznych pozwoliły na przeprowadzenie wstępnych obliczeń symulacyjnych zasięgu zalewu na rzece Ślęza i Widawie, na skutek piętrzenia na tzw. wojskowych zaporach wodnych oraz przy założonych scenariuszach ich funkcjonowania. Symulację zasięgu zalewów przedpoła twierdzy Wrocław wykonano za pomocą programu HecRas. W obliczeniach założone zostały maksymalne piętrzenia budowli hydrotechnicznych (tzw. wojskowych zapór wodnych). Wyznaczone rzędne zwierciadła wody naniesiono na mapy topograficzne, przedstawiając zasięg potencjalnego zalewu w wybranych scenariuszach symulacyjnych. Założone wstępnie scenariusze zalewów na rzece Ślęza pozwalają na sformułowanie wniosku, że odległości pomiędzy poszczególnymi budowlami hydrotechnicznymi („wojskowymi zaporami wodnymi”) wynikają z zasięgu cofki powstałej na skutek maksymalnego piętrzenia na tych obiektach.

✉ Dorota.Olearczyk@up.wroc.pl

---

**Jolanta Dąbrowska<sup>1</sup>, Olgerd Kempa<sup>2</sup>, Joanna Markowska<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Gospodarki Przestrzennej*

## **PROBLEMATYKA REGULACJI STANÓW PRAWNYCH GRUNTÓW ZAJĘTYCH PRZEZ RZEKI PODCZAS WEZBRAŃ I POWODZI – NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH ZLEWNI BIAŁEJ ŁĄDECKIEJ**

## **PROBLEMS RELATED TO THE REGULATION OF LEGAL STATUS OF LAND PLOTS TAKEN BY RIVERS DURING BANKFUL FLOWS AND FLOODS – BASED ON SELECTED EXAMPLES FROM THE CATCHMENT OF BIAŁA ŁĄDECKA**

**Słowa kluczowe:** rozgraniczenie wód płynących, szkody powodziowe

**Key words:** delimitation of flowing waters, flood damages

Biała Łądecka (51,8 km) jest prawostronnym dopływem Nysy Kłodzkiej i wraz z nią oraz Bystrzycą, Bystrzycą Dusznicką i Jaszkówką tworzy główną sieć zlewni Nysy Kłodzkiej przynależnej do obszaru Ziemi Kłodzkiej. Zasilana jest potokami górskimi, przez co gwałtownie reaguje na krótkotrwałe, gwałtowne, ulewne deszcze. Wysokość opadów w czasie powodzi w 1997 roku w dniach 5–8 lipca, w zlewni Białej Łądeckiej wynosiła 350 mm. Przy wypełnionej retencji podłoża przybór wody na tym obszarze trwa zaledwie kilka godzin od momentu wystąpienia opadu, a prędkości spływu wody są tak duże, że często powodują zniszczenia doliny cieku. Biorąc pod uwagę fakt silnej presji

w kierunku zagospodarowania doliny Białej Łądeckiej, straty na tych terenach stają się coraz większe. Na przestrzeni ostatnich lat na badanym terenie miało miejsce kilkanaście wezbrań i powodzi, które spowodowały duże zniszczenia oraz zmiany w korycie i dolinie rzeki – między innymi trwałe zajęcia gruntów przez wodę płynącą.

W pracy omówiono problemy geodezyjno-prawne i administracyjne dotyczące gruntów zajętych przez wody płynące podczas wezbrań i powodzi. Badania nad rozgraniczeniami ww. gruntów przeprowadzono w zlewni Białej Łądeckiej. W trakcie badań terenowych wykonano pomiary geodezyjne rzek wraz z określeniem terenu zajętego przez wody płynące (rzekę). Badania doprowadziły do unormowania oznaczeń w ewidencji gruntów i budynków, przyporządkowania kompetencji odpowiednim organom, a także uregulowania kwestii podatkowych. Jednym z wyników prac było również określenie wielkości areалу, jaki został trwale zajęty przez nurt rzeki.

✉ Jolanta.Dabrowska@up.wroc.pl

**Jolanta Dąbrowska, Krzysztof Lejcuś**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI SUPERABSORBENTÓW**

### **CHARACTERISTICS OF SELECTED PROPERTIES OF SUPERABSORBENT**

**Słowa kluczowe:** superabsorbenty, absorpcja

**Key words:** superabsorbents, absorption

Superabsorbenty (SAP-y), zwane też hydrożelami, są to luźno usieciowane polimery hydrofilowe, które mogą absorbować duże ilości wody. W ostatnich dekadach są one szeroko stosowane w przemyśle materiałów higienicznych, medycynie, przy wytwarzaniu osłon kabli oraz rolnictwie i inżynierii środowiska. W dwóch ostatnich przykładach służą poprawie właściwości gleb, głównie lekkich. Opracowano również rozwiązania służące poprawie własności i stabilizacji gleb pustynnych. Podstawowe cechy superabsorbentów to skład chemiczny, uziarnienie i wielkość absorpcji. Skład chemiczny jest określany przez producentów, natomiast informacje dotyczące uziarnienia i wielkości przedstawione są przez nich w bardzo skąpej postaci. W przypadku uziarnienia zaznaczony jest jedynie przedział frakcji danego produktu, a wielkość absorpcji podawana jest zwykle dla wody destylowanej i 0,9% roztworu NaCl. Brak jest informacji dotyczących rozkładu uziarnienia poszczególnych produktów, co ma istotny wpływ na przebieg procesu. Nie ma również doniesień o wielkości absorpcji w wodzie wodociągowej czy roztworach nawozów, używanych np. w rolnictwie czy do podlewania roślin ozdobnych.

W artykule przedstawiono wyniki analiz uziarnienia wybranych superabsorbentów wykonanych metodą sitową i przy pomocy granulometru laserowego oraz ocenę pomiarów absorpcji w wodzie destylowanej i wodociągowej. Najbardziej zadawalające rezultaty



uzyskano w przypadku uziarnienia średniego, a nie drobnego, ze względu na tworzenie się grudek uniemożliwiających szybkie pęcznienie drobnych cząstek. Najlepsze wyniki adsorpcji (do 369 g/g) w wodzie destylowanej uzyskano w ciągu pierwszych 24 godz. pomiaru, natomiast w wodzie wodociągowej między w pierwszych 60 min (do 117 g/g). Potwierdzono możliwość stosowania analizy sitowej oraz badań uziarnienia w granulometrze laserowym do określenia uziarnienia SAP-ów.

✉ jolanta.dabrowska@up.wroc.pl

✉ krzysztof.lejcus@up.wroc.pl

---

**Wojciech Dobicki, Ryszard Polechoński**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Zakład Hydrobiologii i Akwakultury*

## **KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI WODY W ZBIORNIKACH WODY PITNEJ METODĄ BIOMANIPULACJI – ZALETY I OGRANICZENIA**

### **DEVELOPMENT OF WATER QUALITY IN DRINKING WATER RESERVOIRS BY BIOMANIPULATION – THE ADVANTAGES AND LIMITATIONS**

Słowa kluczowe: biomanipulacja, jakość wody, zbiorniki wody pitnej

Key words: biomanipulation, water quality, drinking water reservoirs

W pracy przedstawiono główne założenia biomanipulacji polegającej na ingerencji w sieć troficzną zbiornika, powodującej wzrost liczebności ryb drapieżnych celem redukcji ryb z gatunków planktonożernych i zwiększenia populacji bezkręgowców fitoplanktonożernych – wioślarek. Obiektem badań był zbiornik retencyjny Sosnowka na rzece Czerwonka, który jest wykorzystywany jako zbiornik wody pitnej w Jeleniej Górze. Metodę biomanipulacji stosuje się tu jako element racjonalnej gospodarki rybackiej, aby polepszyć jakość wody. Praca przedstawia efekty prowadzonych zarybień i zmiany liczebności populacji oraz tempa wzrostu szczupaka i okonia w latach 2006–2011 na tle zmian jakości wody. Dane uzyskano analizując protokoły zarybień i coroczne odłowy kontrolne ryb. Tempo wzrostu i wiek ryb określono poprzez analizę łuskową. Badania wykazały spadek liczebności populacji gatunków drapieżnych przy zachowaniu wysokiego tempa ich wzrostu. Jako główne czynniki ograniczające zastosowanie biomanipulacji w kształtowaniu jakości wody wskazano: sposób eksploatacji zbiornika, konieczność sztywnej realizacji programu zarybień zawartych w operacie rybackim, kłusownictwo, a także przyspieszoną eutrofizację zbiornika wynikającą z dużego ładunku biogenów wnoszonych wraz z wodami zasilającymi.

✉ wojciech.dobicki@up.wroc.pl

✉ ryszard.polechonski@up.wroc.pl

## ZANIECZYSZCZENIA BAKTERIOLOGICZNE NIZINNYCH CIEKÓW OBSZARÓW CHRONIONYCH

### BACTERIOLOGICAL POLLUTION OF THE LOWLAND RIVERS OF PROTECTION AREAS

**Słowa kluczowe:** jakość zasobów wodnych, bakterie kałowe, *Escherichia coli*, spływ powierzchniowy, zlewnia, obszary chronione

**Key words:** water resources quality, fecal bacteria, *Escherichia coli*, surface flow, basin, protection areas

Utrzymanie zasobów wodnych, w tym cennych przyrodniczo ekosystemów warunkujących zachowanie ich różnorodności biologicznej, możliwe jest jedynie poprzez wdrażanie działań mających na celu zapobieganie ich dalszej degradacji, ochronie i poprawie stanu aktualnego. Obszary chronione, w których woda jest podstawowym czynnikiem kształtującym siedliska, powinny być objęte długoterminową kontrolą wykorzystaną do opracowania warunków ich zrównoważonego wykorzystania. Podstawą do określenia zakresu podejmowanych działań ochrony cennych ekologicznie siedlisk wodnych jest m.in. rozpoznanie stanu jakościowego. Monitoring opierający się na wskaźnikach fizyczno-chemicznych, biologicznych i hydromorfologicznych pozwala na sprecyzowanie zagrożeń oraz określenie zasad gospodarowania wodą.

Jednym z ważnych wskaźników stanu siedlisk wodnych są allochtoniczne zanieczyszczenia bakteriologiczne. Ich ilość i jakość są wskaźnikiem pozwalającym na określenie źródeł zanieczyszczeń spływających do wód. Szczególnie istotne są informacje uzyskane poprzez monitoring sanitarny. Liczebność w wodach mikroflory patogennej pochodzenia fekalnego dostającej się wraz z dopływającymi ściekami lub spływami powierzchniowymi z obszaru zlewni, pozwala na określenie stopnia zagrożenia ekosystemów i ich prawidłowego funkcjonowania.

Badaniom poddano ciekę obszarów chronionych Podlasia obejmujących siedliska wodozależne (wodne i mokradłowe), tj. Biebrzańskiego PN, Narwiańskiego PN i Białowieskiego PN. W okresie 2005–2011 bazując na standardowych metodach analitycznych zgodnych z PN/ISO, analizowano próby wody pobrane w punktach zlokalizowanych wzdłuż biegu wybranych cieków, w miejscach przypuszczalnej największej zmienności ekologicznej (dopływy, odprowadzenia ścieków, obszary specjalnego zagospodarowania). Wyniki monitoringu bakteriologicznego zestawiono z poziomem oznaczonych wskaźników chemicznych (m.in. OWO, TN,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ) oraz obserwacjami terenowymi.

Wnioski z całości badań wskazują, że obecność zanieczyszczeń pochodzenia fekalnego w wodach rzeki Biebrzy, Narwi i Narewki jest wynikiem nie tylko czynników naturalnych, ale również pochodzenia antropogenicznego. Znaczący wzrost liczebności *Escherichia coli* stwierdzono w okresie letnim, a także w odcinkach dolnego biegu, co jest typ-

we dla dynamiki utrzymywania się w środowisku wodnym mikroflory allochtonicznej. W przypadku rzeki Biebrzy okresowy wzrost do ponad 24 NPL/ml jest potęgowany przez spływ wód zużytych z terenu sąsiadujących z rzeką gospodarstw, licznych pastwisk bydła mlecznego (głównie w obszarze Basenów Środkowego i Dolnego) oraz oczyszczalni ścieków w Dąbrowie Białostockiej, Dolistowie i Goniądzu. Wskazana jest stała kontrola sieci drenarskiej wprowadzającej wody z terenów wykorzystywanych rolniczo. W okresie wiosennym punktowe podwyższenia liczebności mikroflory fekalnej w wodach rzeki Biebrzy związane są również z licznym występowaniem ptactwa wodnego (m.in. gęsi). Podobnie, do rzeki Narwi zanieczyszczenia sanitarne dopływają z terenów rolniczych i miejskich. W okresie letnim dodatkowo ich porcje zrzucane są ze Zbiornika Siemianówka. Nie stwierdzono dopływu zanieczyszczeń do Zbiornika z odcinka rzeki znajdującego się na terenie Białorusi. W przypadku obu rzek zanieczyszczenia bakteriologiczne ulegały podobnej zmienności sezonowej.

Natomiast ekosystem rzeki Narewki narażony jest głównie na zanieczyszczenia dopływające spoza granic RP (okresowe spływy do rzeki Narewki i Hwoźnej), oczyszczalni ścieków w Białowieży oraz zabudowy rekreacyjnej w otulinie Parku (rzeka Narewka poniżej miejscowości Gruszki, rzeka Łutownia). W przypadku rzeki Braszcza stwierdzono wpływ na jakość jej wód sąsiedztwa terenów mokradłowych (podobnie, jak w przypadku rzeki Biebrzy). Ponadto, oznaczono bardzo wysokie liczebności *Escherichia coli* w próbkach pobranych z rzeki Orłówki (7–24 NPL/ml), objętej ochroną ścisłą (rezerwat). Na zły stan sanitarny mają wpływ liczne ostoje dzikich zwierząt. Nie stwierdzono istotnego zanieczyszczenia sanitarnego rzeki Perebel (0,62 NPL/ml). W przypadku cieków badanych na obszarze i w otulinie PN zauważono znaczne wahania stopnia zanieczyszczenia, co utrudnia określenie ich źródeł. Na obszarach chronionych istotnym zdaje się zatem określenie przynależności genetycznej izolowanych szczepów *Escherichia coli*. Pozwoli to na sprecyzowanie przyczyn zanieczyszczenia sanitarnego (czynniki naturalne lub antropogeniczne), a tym samym ocenę prowadzonego zarządzania wodami na obszarach cennych ekologicznie.

✉ e-mail: magdalena.frak@wp.pl

---

## ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

### RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

**Słowa kluczowe:** biomasa, biogazownia, energia odnawialna

**Key words:** biomass, biogas plant, renewable energy

Gwałtowny wzrost populacji i coraz większy efekt cieplarniany wywołały globalny kryzys energetyczny. Wspomniane zjawiska są zagrożeniem dla stabilnego rozwoju gospodarki na całym świecie. Każdy z tych problemów może wywołać nieodwracalne zakłócenia. Naukowcy poszukują strategii rozwoju racjonalnego wykorzystania energii. Należy koncentrować uwagę na programach innowacyjnych obejmujących rozwój i wdrażanie do praktyki odnawialnych źródeł energii.

Po roku 2030 przewiduje się, że największy udział w produkcji energii elektrycznej przez odnawialne źródła energii będzie miała biomasa. Biomasa jest największym potencjalnym źródłem energii na świecie, jak również w Polsce. Jest to substancja organiczna powstała w procesie akumulowania energii słonecznej. Biomasa nie powoduje dużej emisji dwutlenku siarki oraz innych szkodliwych związków dla środowiska, które mają największy wpływ na wystąpienie efektu cieplarnianego. Przeciwnie działanie ma miejsce w trakcie spalania węgla kamiennego, oleju opałowego i innych paliw. Równie ważnym elementem przemawiającym za wykorzystaniem biomasy jest nadprodukcja żywności.

Światowe zasoby paliw kopalnianych ulegają stopniowemu wyczerpaniu. Sytuacja ta nakazuje prowadzić politykę zrównoważonego rozwoju. Energia z paliw kopalnianych jest nieodwracalna. Do odnawialnych zasobów energii należą: energia słoneczna, geotermalna, biomasy, wód, wiatru, przyływów i odpływów mórz.

Bardzo ważne w przyszłości stanie się zastosowanie technologii czystego spalania węgla. Wykorzystanie tych technologii wpłynie na ograniczenie emisji dwutlenku węgla nawet o 80–90%. Wzrost znaczenia odnawialnych źródeł energii umożliwi zmniejszenie zużycia tradycyjnych nośników. Zakłada się, że udział energii odnawialnej w zużyciu energii pierwotnej będzie wzrastać zgodnie z rozwiązaniami przyjętymi przez Unię Europejską.

✉ [kasia.gajownik12@wp.pl](mailto:kasia.gajownik12@wp.pl)

---

## **PRZESŁONY PRZECIWFILTRACYJNE WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH WYKONANE Z GRUNTÓW ANTROPOGENICZNYCH**

### **HYDRAULIC CUT-OFF WALLS IN FLOOD EMBANKMENTS MADE OF ANTROPOGENIC SOILS**

**Słowa kluczowe:** wały przeciwpowodziowe, przesłony przeciwfiltracyjne, grunty antropogeniczne

**Key words:** flood embankment, hydraulic cut-off wall, antropogenic soils

Wieloletnie obserwacje, badania i doświadczenia zbierane w czasie eksploatacji obiektów przeciwpowodziowych uświadomiły personelowi technicznemu, że problemem większości istniejących obwałowań jest niski stan zagęszczenia wbudowanych w nie gruntów i brak zabezpieczeń przeciwfiltracyjnych. W ciągu ostatnich stu lat występujące wezbrania powodziowe naruszyły infrastrukturę ochrony przeciwpowodziowej, ale skala tych zniszczeń nie była alarmująca. Powódź, która wystąpiła w 1997 roku, jej czas trwania i uszkodzenia jakie powstały, zmusiły administrację do odbudowy i modernizacji zniszczonej infrastruktury przeciwpowodziowej. Wybór rozwiązań modernizacyjnych zależał od lokalnych warunków i konieczności zachowania wymaganego przekroju poprzecznego międzywał. W związku z potrzebą wykonania ogromnych prac zaczęto przychylniejszym okiem spoglądać na technologie WIPS, DSM oraz iniekcji niskociśnieniowej i stosować je w wałach jako pionowe przesłony przeciwfiltracyjne. Technologie te pozwalają na wykonanie dużych robót liniowych w stosunkowo krótkim czasie przy dość niskich kosztach, a ponadto penetrują przestrzeń wału i jego podłoże, wypełniając i likwidując trudne do zlokalizowania obszary pozbawione ciągłości strukturalnej.

Zastosowana technologia wprowadza iniekt, który wymieszany z gruntem wytwarza układ cząstek gruntu dający nową jakość wałom przeciwpowodziowym. Wymieszanie gruntu rodzimego z iniektem, który następnie stężeje, może także poprawić nośność gruntu. W celu określenia skuteczności przesłon wykonano serię badań terenowych z użyciem dwóch gruntów antropogenicznych. Pierwszy pochodził ze złoża Bełchatów – Pole Szczerców, drugi to szlam poflotacyjny z dawnej kopalni Konrad k. Bolesławca. Doświadczenia potwierdziły poprawności działania rdzeni wytwarzanych z ww. gruntów antropogenicznych jako przesłon przeciwfiltracyjnych. Przeprowadzone badania terenowe umożliwiły dogłębną analizę rzeczywistych warunków, w których powstaje i funkcjonuje przesłona. Precyzyjne określenie jej parametrów dokonano na podstawie badań laboratoryjnych, które pozwalają na kontrolowanie składu mieszanek i bardziej precyzyjną ocenę wpływu różnych czynników na efekty iniekcji.

## PRÓBA WYZNACZENIA WSKAŹNIKA WZGLĘDNEGO OPADU NA PODSTAWIE WSKAŹNIKA STANDARDYZOWANEGO OPADU DLA MIESIĘCZNYCH SUM OPADÓW

## THE COMPARISON OF THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX AND THE RELATIVE PRECIPITATION INDEX FOR MONTHLY PRECIPITATIONS SUMS IN WROCLAW SWOJEC

**Słowa kluczowe:** wskaźnik względnego opadu, wskaźnik standaryzowanego opadu

**Key words:** standardized precipitation index, relative precipitation index

O identyfikacji okresów miesięcznych pod względem warunków opadowych za pomocą wskaźnika względnego opadu (RPI-Relative Precipitation Index) napisano już wcześniej: [Farat i in. 1995, Kosiba 1948, Przedpeńska 1971, Tomaszewska 1994, Radomski 1977]. W powyższych pracach znajdują się kryteria oceny warunków opadowych miesięcznych sum opadów, ale w żadnej z nich nie przeprowadzono badań w przypadku długich ciągów opadowych, w wyniku których otrzymano by regułę identyfikacji miesięcznych sum opadów pod względem ich niedoborów lub nadmiarów. Wobec tak postawionego problemu autorzy podjęli próbę konstrukcji wskaźnika RPI na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu (SPI-standardized precipitation index) [McKee 1993, 1995].

Zazwyczaj empiryczne rozkłady częstotliwości miesięcznych sum opadów przypominają kształtem rozkład gamma [Kaczmarek 1970]. Jednym ze sposobów obliczenia wskaźnika SPI w przypadku zadanego argumentu  $x$  jest obliczenie wielkości  $\Phi^{-1}(F(x))$ , gdzie:  $F$  jest dystrybucją rozkładu gamma z parametrami estymowanymi na podstawie analizowanego zbioru danych, a  $\Phi$  – dystrybucją standardowego rozkładu normalnego [McKee i in. 1993, 1995]. Zamiast rozkładu gamma do obliczenia współczynnika SPI stosowany jest również trójparametrowy rozkład gamma [Guttman 1999]. Współczynniki tych rozkładów mogą być estymowane przy użyciu metody największej wiarygodności [McKee i in. 1993, 1995] lub L-momentów [Guttman 1999]. W praktyce często wykorzystywany jest następujący fakt: w przypadku zmiennej losowej  $X$  o rozkładzie gamma zmienna  $Z = \sqrt[3]{X}$  ma w przybliżeniu rozkład normalny [Krishnamoorthy i in. 2008]. Do obliczania współczynnika SPI stosowane są również transformacje:  $x \rightarrow \sqrt[3]{c+x}$ ;  $x \rightarrow \log x$  oraz  $x \rightarrow x^\lambda$ ;  $\lambda > 0$ , które odpowiadają odpowiednio rozkładom:

- gamma trójparametrowemu z parametrem przesunięcia  $c$ ;
- logarytmiczno-normalnemu;
- potęgowo-normalnemu (Boxa-Coxa),

które mogłyby również zostać wykorzystane do obliczania współczynnika SPI.

W przypadku, gdy zamierzamy wybór ograniczyć do dwóch ostatnich spośród wymienionych rozkładów, możemy skorzystać z procedury Boxa-Coxa, która pozwala na optymalny wybór parametru  $\lambda$  w transformacji potęgowej lub sugeruje wybór transformacji logarytmicznej zamiast transformacji potęgowej. Zastosowanie transformacji w odniesieniu do miesięcznych sum opadów nie rozwiązuje problemu do końca, ponieważ transformowane rozkłady empiryczne na ogół nie są symetryczne, a klasyfikacja warunków wilgotnościowych wg SPI wykorzystuje własność symetrii rozkładu normalnego. W pracy autorzy podejmują próbę wyznaczenia wskaźnika względnego opadu w przypadku miesięcznych sum opadów na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu na przykładzie danych pochodzących z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii we Wrocławiu-Swojcu.

✉ elzbieta.musial@up.wroc.pl

**Wojciech Jakubowski**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki*

## **NIESTABILNOŚĆ ROZKŁADÓW PRAWDOPODOBIEŃSTWA CHARAKTERYSTYK PRZEPLYWÓW NIŻÓWKOWYCH**

### **ON INSTABILITIES OF ESTIMATED DISTRIBUTIONS OF THE POT LOW FLOW CHARACTERISTICS**

**Słowa kluczowe:** przepływy niżówkowe, rozkłady prawdopodobieństwa, przepływ graniczny

**Key words:** low flows, probability distributions, threshold level

W pewnym profilu wodowskazowym rozważmy przepływy niżówkowe wyznaczone metodą POT (Peak Over Threshold). Każdy z przepływów może być opisany przez trzy charakterystyki:

- niedobór –  $D$ ;
- czas trwania –  $T$ ;
- minimalny przepływ –  $M$ .

Wartości trójwymiarowej zmiennej losowej zależą od wyboru poziomu odcięcia (przepływu granicznego)  $Q_g$  – parametru metody POT. Standardowo przyjmuje się, że wartość  $Q_g$  zawiera się w przedziale pomiędzy  $Q_{95\%}$  a  $Q_{70\%}$  [Tallaksen, van Lanen 2004]. Jednakże w praktyce obliczeniowej wartość  $Q_g$  jest ustalana na poziomie: albo  $Q_{90\%}$ , albo  $Q_{70\%}$ . Taki wybór dokonywany jest głównie z hydrologicznego (a nie statystycznego) punktu widzenia.

W tej pracy rozważany jest wpływ przepływu granicznego na postać estymowanych rozkładów każdej z trzech powyższych charakterystyk. Wybrano następujące rozkłady:

- GEV (uogólniony rozkład wartości ekstremalnych) – podczas badania rozkładów ekstremów;
- log-normalny – w przypadku nieekstremalnym.

W każdym z badanych profili wodowskazowych zastosowano następujący algorytm:

- z krzywej sum czasów trwania wybierane są dwie wartości przepływów  $Q_{90\%}$  i  $Q_{55\%}$ ;
- w przypadku każdego przepływu z przedziału ( $Q_{55\%}$ ,  $Q_{90\%}$ ), używając metody Zelenhasića [1987] wyznacza się trójwymiarowy ciąg obserwowanych niedoborów, czasów trwania i wartości minimalnego przepływu;
- dla każdego z jednowymiarowych ciągów estymowane są parametry powyższych rozkładów.

W rezultacie – dla zadanych charakterystyki, rozkładu i przepływu granicznego  $Q_g$  wyznaczane są kwantyle  $z_{p,g}$  określone przez prawdopodobieństwo  $P(Z \leq z_{p,g}) = 1 - p$ , gdzie  $Z$  jest jedną z badanych charakterystyk. Również korzystając z metody delta [Coles 2001] została obliczona wariancja  $Var(\hat{z}_{p,g})$ .

Rozważmy dwa przepływy graniczne  $Q_{g1}$ ,  $Q_{g2}$ , takie, że  $|Q_{g1} - Q_{g2}|$ , jest bliskie 0. Zgodnie z oczekiwaniami  $z_{p,g2}$  powinno należeć do 50% przedziału ufności kwantyla  $z_{p,g1}$  i symetrycznie  $z_{p,g1}$  powinno należeć do 50% przedziału ufności kwantyla  $z_{p,g2}$ . Jeśli te warunki są spełnione, to estymowany rozkład badanej charakterystyki jest stabilny, w przeciwnym razie będzie niestabilny.

W pracy przedstawiono przykłady stabilności i niestabilności rozkładów charakterystyk przepływów niżówkowych w polskich i światowych profilach wodowskazowych.

✉ Wojciech.Jakubowski@up.wroc.pl

Ireneusz Kajewski

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **BADANIA SYMULACYJNE INFILTRACJI EFEKTYWNEJ NA OBSZARZE ZLEWNI ROLNICZEJ W LATACH O RÓŻNYCH WARUNKACH METEOROLOGICZNYCH**

## **SIMULATIONS OF GROUNDWATER RECHARGE WITHIN AGRICULTURAL CATCHMENT IN VARIOUS METEOROLOGICAL CONDITIONS**

**Słowa kluczowe:** zasilanie wód podziemnych, infiltracja efektywna, modelowanie GIS

**Key words:** groundwater recharge, effective infiltration, GIS based modeling

Infiltracja opadów atmosferycznych stanowi główny czynnik odnawiania zasobów wód podziemnych, decyduje również w poważnym stopniu o możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych ze źródeł znajdujących się na powierzchni terenu. Proces infiltracji opadów atmosferycznych zależy od czynników: geomorfologicznych, geologicznych, klimatycznych, biosferycznych oraz antropogenicznych (gospodarczej działalności człowieka). Niektóre z nich można uważać za stosunkowo stałe, inne (przede wszystkim klimatyczne) – za ulegające ciągłym zmianom, zarówno w okresie wieloletnim, jak i w ciągu jednego roku, a nawet jeszcze krótszym.



W pracy przedstawiono rezultaty badań symulacyjnych zasilania wód podziemnych (infiltracji efektywnej) na obszarze zlewni rzeki Ciesielska Woda, będącego dopływem rzeki Świerzna, który jest prawostronnym dopływem Widawy. Powierzchnia zlewni wynosi 33,2 km<sup>2</sup>. Grunty orne stanowią blisko 80% całkowitej powierzchni zlewni, około 10% jej powierzchni to użytki zielone, występujące przede wszystkim w dolinach cieków powierzchniowych. Inne formy użytkowania terenu – obszary zabudowy wiejskiej, lasy, zadrzewienia itp. – zajmują łącznie niespełna 10% obszaru zlewni.

Do badań symulacyjnych wykorzystano model WetSpass, będący rozszerzeniem programu ArcView GIS, wykorzystujący dane przestrzenne dotyczące warunków geomorfologicznych, geologicznych, glebowych, użytkowania powierzchni terenu, jak również dane meteorologiczne (okresowe sumy opadów atmosferycznych i parowania z wolnej powierzchni wody oraz średnie wartości prędkości wiatru i temperatury powietrza).

Badania symulacyjne wykonano dla trzech kolejnych lat kalendarzowych (1987, 1988, 1989) o znacznie różniącej się sumie opadu rocznego, odpowiednio: 530, 668 i 409 mm. W rezultacie przeprowadzonych badań otrzymano mapy przestrzennego rozkładu natężenia infiltracji efektywnej półroczy chłodnych i ciepłych oraz w ciągu całego roku w poszczególnych latach.

✉ ireneusz.kajewski@up.wroc.pl

---

**Tomasz Kałuza**

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej*

## **WPLYW PRZYBRZEŻNYCH ZADRZEWIĘŃ I ZAKRZACZEŃ NA ZMIANY PRZEPEŁYWU W KORYCIE CIEKU**

### **INFLUENCE OF BANKS TREES AND SHRUBS TO CHANGES IN FLOW IN THE RIVER BED**

**Słowa kluczowe:** współczynnik szorstkości, zarastanie koryta, zacienienie koryta

**Key words:** roughness coefficient, overgrowing of riverbed, channel shading

W pracy przeanalizowano wpływ roślinności porastającej brzegi rzeki na zmiany warunków przepływu. Badania terenowe wykonano na odcinku rzeki Wełny w Nadleśnictwie Gniezno w pełni sezonu wegetacyjnego. Na odcinku badawczym występowały zarówno stanowiska otwarte bez krzewów i drzew, jak i pokryte gęstą roślinnością brzegową. W wyznaczonych przekrojach badawczych wykonano pomiary geodezyjne oraz hydrometryczne. Określono również ilość i skład gatunkowy biomasy roślinności wodnej w przypadku odcinków zacienionych i otwartych. Na podstawie wykonanych badań odnotowano wartości współczynników szorstkości oraz dokonano oceny wpływu zacienienia koryta na zmiany warunków przepływu w rzece.

✉ tomasz.kaluza99@gmail.com

---

**Agnieszka Karczmarczyk, Anna Baryła,  
Agnieszka Bus, Magdalena Frąk**

*Katedra Kształtowania Środowiska, SGGW w Warszawie*

## **WPŁYW SUBSTRATU NA JAKOŚĆ WODY ODPROWADZANEJ Z DACHU ZIELONEGO**

### **EFFECT OF SOIL SUBSTRATE ON THE QUALITY OF WATER DISCHARGED FROM GREEN ROOF**

**Słowa kluczowe:** zielone dachy, substrat glebowy, odciek glebowy

**Key words:** green roof, soil substrate, water quality

Przedstawiono zdefiniowane dotychczas funkcje oraz omówiono wady i zalety dachów zielonych. Wykazano konieczność rozszerzenia dotychczasowej wiedzy na temat określenia wpływu dachu zielonego na jakość odprowadzanych wód. Przedstawiono wstępne wyniki badań wybranych wskaźników jakości wody odpływającej z substratów stosowanych w zielonych dachach w skali laboratoryjnej. Stwierdzono zwiększone stężenia zawiesin i fosforu w analizowanych odciekach. Przedyskutowano potencjalny wpływ zielonych dachów na jakość odbiorników wód opadowych/ścieków deszczowych.

✉ Agnieszka\_Karczmarczyk@sggw.pl

---

**Kasperek Robert, Mokwa Marian**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **ODBUDOWA DNA ODRY PONIŻEJ STOPNIA WODNEGO MALCZYCE**

### **RECONSTRUCTION OF ODRA RIVERBED BELOW MALCZYCE BARRAGE**

**Słowa kluczowe:** rzeka, erozja denną, obrukowanie, odbudowa dna

**Key words:** river, bed erosion, armouring, reconstruction of riverbed

Odbudowa dna Odry poniżej stopnia wodnego Malczyce ma na celu zatrzymanie erozji dennej oraz zapobiec obniżaniu się zwierciadła wody gruntowej na terenach przyległych. Koncepcja podniesienia dna rzeki Odry poniżej stopnia wodnego Malczyce jest warunkiem jego ukończenia. Założono, że podniesienie dna na odcinku Malczyce-Ścinawa powinno być wykonane poprzez uzupełnienie ubytków erozyjnych (Etap I – piaski) oraz tzw. dokarmianie materiałem rzeczonym (Etap II – żwiry).

Koncepcję realizacji powyższego zadania wykonano w Biurze Water-Service sp. z o.o. we Wrocławiu oraz na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Do tego celu wyko-

rzystano doświadczenia zdobyte przy opracowywaniu systemu dokarmiania rzeki Ren poniżej stopnia Iffezheim i Gamsheim oraz na Dunaju i Łabie. Przeniesienie doświadczeń europejskich na warunki krajowe wymagało wykonania szeregu prac studialnych i badawczych. Wykonano m.in. pomiary terenowe na odcinku Malczyce-Ścinawa (geodezyjne, hydrometryczne, rumowiskowe), hydrauliczne badania modelowe w zakresie ustalenia początku ruchu różnych frakcji rumowiska, badania laboratoryjne (analizy mechaniczne materiału odrzańskiego), modelowanie numeryczne przepływu wód i ruchu rumowiska na podstawie programu HEC-RAS i TRANS oraz przeprowadzono badania w naturze na wytypowanym odcinku Odry poniżej Malczyc. W wyniku przeprowadzonych badań terenowych i modelowych oraz analiz powstały trzy warianty odbudowy ubytków erozyjnych w korycie Odry poniżej Malczyc.

W wariantcie I – według wydanej Decyzji Środowiskowej celu umożliwienia zakończenia budowy stopnia wodnego Malczyce – przewidziano odbudowę ubytków erozyjnych polegającą na podniesieniu dna średnio o połowę wysokości powstałej erozji od momentu wybudowania stopnia wodnego Brzeg Dolny (1957 r.) na odcinku Malczyce-Ścinawa. Realizacja przedsięwzięcia polegałaby na podniesieniu dna Odry na wysokość ok. 1,0 m w przekroju Malczyce oraz „dokarmianie” rzeki przez stopniowe wprowadzanie rumowiska do koryta, w miarę postępujących procesów erozyjnych.

W wariantcie II zaproponowano przykrycie nadbudowanego dna warstwą kruszywa o grubości 20 cm stanowiącą tzw. obrukowanie. Realizacja przedsięwzięcia, podobnie jak w wariantcie I, polegałaby na podniesieniu dna Odry na wysokość ok. 1,0 m w przekroju Malczyce z malejącą głębokością w kierunku Ścinawy, wynoszącą ok. 0,2 m.

Ponieważ rozwiązania przedstawione w wariantcie I i II pogorszą warunki żeglugowe zmniejszając głębokości tranzytowe, uznano, że racjonalne byłoby podniesienie dna Odry o grubość tzw. warstwy obrukowania (wariant III) wynoszącą ok. 0,5 m w rejonie Malczyc i 0,25 m w rejonie Ścinawy, wykonaną z materiału o średnicy  $d_{50}=24-30$  mm (najlepiej kruszywo łamane zakupione w żwirowni). Ubytki w warstwie „obrukowania” powinny być uzupełniane natychmiast po ich zauważeniu.

W artykule przedstawiono metodykę badawczą oraz wyniki wybranych badań i analiz związanych z odbudową dna Odry poniżej stopnia piętrzącego Malczyce.

✉ robert.kasperek@up.wroc.pl

---

Robert Kasperek<sup>1</sup>, Radosław Stodolak<sup>1</sup>,  
Tomasz Tymiński<sup>1</sup>, Michał Śpitalniak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska,  
Studenckie Koło Naukowe Hydrologów i Hydrotechników

## WERYFIKACJA KRZYWEJ NATĘŻENIA PRZEPŁYWU W STREFIE STANÓW NISKICH I ŚREDNICH W PRZEKROJU WODOWSKAZOWYM NYSA PRZY WYKORZYSTANIU TECHNIKI ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)

## VERIFICATION OF THE RATING CURVE IN THE RANGE OF LOW AND AVERAGE WATER STAGES AT THE NYSA GAUGING STATION WITH USE ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER) TECHNOLOGY

**Słowa kluczowe:** krzywa natężenia przepływu, hydrometria, ADCP, Nysa Kłodzka

**Key words:** rating curve, hydrometry, ADCP, Nysa Kłodzka river

W pracy zaprezentowano wyniki pomiarów hydrometrycznych przeprowadzonych w lipcu 2011 r. na rzece Nysa Kłodzka w przekroju wodowskazowym Nysa, przy użyciu urządzenia ADCP. Powtarzalne serie pomiarowe pozwoliły na określenie wielkości przepływu wody na podstawie zadanego wydatku urządzeń zrzutowych zlokalizowanych na zaporze zbiornika Nysa.

Dodatkowo, pomiary natężenia przepływu wykonano przy użyciu tradycyjnego młynka hydrometrycznego, wykorzystując metodę pomiarów punktowych zupełnych polegającą na określeniu fragmentarycznych powierzchni przekroju poprzecznego koryta oraz występujących tam średnich prędkości przepływu wody. Do obliczeń natężenia przepływu zastosowano metodę rachunkową IMGW.

Rezultaty pomiarów zostały odniesione do wskazań wodowskazowych i na tej podstawie wykreślono krzywą natężenia przepływu w zakresie stanów niskich i średnich, która została zestawiona z aktualną krzywą, odgrywającą kluczową rolę w gospodarowaniu wodą poniżej zbiornika Nysa.

✉ Robert.Kasperek@up.wroc.pl  
✉ Radoslaw.Stodolak@up.wroc.pl

---

**WIELOLETNIE TENDENCJE W KSZTAŁTOWANIU SIĘ WYBRANYCH CHARAKTERYSTYK NIŻÓWEK W ZLEWNI RZEKI ZAGOŹDŹONKI****LONG-TERM TREND OF SHAPING SELECTED CHARACTERISTICS OF STREAMFLOW DROUGHTS IN ZAGOŹDŹONKA CATCHMENT**

**Słowa kluczowe:** niżówka, susza hydrologiczna, deficyt wody

**Key words:** streamflow drought, hydrological drought, water deficit

Zjawisko niżówki utożsamiane jest z występowaniem niskich przepływów wody w korycie rzeki. W zależności od pory roku niżówki mogą być wywołane przedłużającym się brakiem opadów lub przerwaniem zasilania podziemnego rzek na skutek ujemnych temperatur powietrza. Niżówki stanowią jeden z aktualnych problemów w gospodarowaniu wodą, szczególnie w świetle obserwowanego w ostatnich latach pojawiania się suszy. Stopień negatywnego oddziaływania niżówek na gospodarkę, społeczeństwo i środowisko zależy od terminu ich wystąpienia oraz położenia i charakteru dotkniętych nimi zlewni. Najbardziej podatne na występowanie niżówek są zlewnie charakteryzujące się małymi lub ujemnymi wartościami klimatycznego bilansu wodnego, położone na obszarze nizinnej, środkowej części Polski. Rozpatrywana w pracy zlewnia rzeki Zagożdżonki usytuowana jest na Nizinie Mazowieckiej, należącej do tych regionów kraju, w których najczęściej pojawia się zjawisko suszy. Celem pracy jest ocena występujących tendencji w wieloletnim przebiegu wybranych charakterystyk niżówek na podstawie ciągu przepływów dobowych z okresu 1963–2011, pochodzących z profilu Płachty Stare, który zajmuje powierzchnię zlewnię rzeki Zagożdżonki 82,4 km<sup>2</sup>.

Na potrzeby badań za niżówkę uznano sekwencję przepływów trwającą minimalnie 10 dni, o wartościach równych i mniejszych od przepływu granicznego  $Q_{90\%}$ . Ze względu na możliwość porównania uzyskanych wyników z pracami innych autorów jako poziom odcięcia niżówek wybrano także przepływ SNQ i wydłużono kryterium minimalnego czasu trwania zjawiska do 20 dni. Niżówki odcięte zarówno przepływem granicznym  $Q_{90\%}$ , jak i SNQ są zjawiskiem ekstremalnym, które nie musi pojawiać się w każdym roku w okresie występowania niskich przepływów stanowiących naturalną cechę reżimu hydrologicznego rzeki. Parametry niżówek uzyskano przy pomocy modelu Nizowka2003. Charakterystyka wyznaczonych niżówek obejmuje tendencje w wieloletnim przebiegu wartości parametrów ilościowych zjawiska: czas trwania, przepływ minimalny, objętość deficytu niżówki, a także dotyczy terminów występowania zjawiska w poszczególnych latach hydrologicznych okresu badawczego. Uzyskane wyniki zostały porównane z przebiegiem wielkości opadów oraz wartości przepływów minimalnych rocznych i miesięcznych wyznaczonych w układzie lat hydrologicznych 1963–2011. W wyniku przeprowadzonych badań w profilu Płachty Stare wyznaczone niżówki występowały w okresie letnim i jesienią, nie zanotowano niżówek zimowych. W badanym wieloleciu zaobserwowano 3 okre-

sy różnice się przebiegiem zjawiska niżówki zbieżne z rozkładem opadów. W ostatnich latach obserwowanego wielolecia 1963–2011, począwszy od 2002 do 2011 r. (z wyjątkiem 2004 r.) zjawisko niżówki odcięte na hydrogramach dobowych przepływów wartością  $Q_{90\%}$  występowało corocznie. Jednakże niżówki te nie osiągnęły znaczących rozmiarów: czas trwania i deficyt zjawiska nie były większe od średnich wieloletnich. Jedynie czas trwania niżówki z 2003 roku był porównywalny z niżówkami z przełomu lat 80. i 90. Nie stwierdzono istotnych statystycznie tendencji zarówno w przebiegu trwania, jak i objętości deficytu niżówki w okresie 1963–2011 i 1982–2011.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki

✉ ewa\_kaznowska@sggw.pl

---

**Krzysztof Lejcuś, Jolanta Dąbrowska**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **CHARAKTERYSTYKA OSADÓW DENNYCH ZBIORNIKA DOBROMIERZ**

### **CHARACTERISTICS OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE DOBROMIERZ RESERVOIR**

**Słowa kluczowe:** eutrofizacja, osady denne

**Key words:** eutrophication, bottom sediments

Eutrofizacja jest procesem wzbogacania wody w substancje odżywcze, głównie w związku azotu i fosforu. Ich nadmiar w środowisku wodnym powoduje intensywny rozwój planktonu, doprowadzając często do tzw. zakwitów glonów. Stanowią one zagrożenie szczególnie w przypadku ujęć wody, gdzie obecność glonów i toksyn sinicowych wymagają zastosowania o wiele bardziej złożonych technik w procesie uzdatniania wody.

Osady denne zawierają większość zgromadzonego w zbiorniku ładunku azotu i fosforu. Tylko w 10 cm warstwie osadów może znajdować się ponad 90% fosforu ze zbiornika. Główne mechanizmy przekazywania substancji z osadów dennych do wód powierzchniowych to: wydzielanie do wód powierzchniowych w warunkach beztlenowych i tlenowych oraz resuspensja.

Badania przeprowadzono na osadach dennych zbiornika Dobromierz. Zbiornik ten został oddany do eksploatacji w 1986 r., jest użytkowany jako zbiornik powodziowy i zbiornik wody pitnej. Łącznie z systemu wodociągowego Dobromierz-Świebodzice korzysta ponad 25 tysięcy ludzi. Zbiornik usytuowany jest w północnej części zlewni, w przełomowym odcinku rzeki Strzegomki w 62 km jej biegu.

W próbach osadów dennych oznaczono: azotany, azotyny, azot amonowy, azot organiczny, fosforany, fosfor ogólny. Wykonano również analizy mikrobiologiczne pobranych osadów. Założono hodowle bakterii nityfikacyjnych i denityfikacyjnych. Przeprowa-

dzono analizę osadów w mikroskopie elektronowym. Wykonano serię zdjęć dokumentujących skład osadów.

Na podstawie tych wyników można stwierdzić, iż w osadach zachodzi proces denitryfikacji z udziałem bakterii denitryfikacyjnych. Występuje zasilanie wewnętrzne fosforem – o czym świadczy wielokrotnie wyższe stężenie fosforanów w osadach dennych, w porównaniu ze stężeniami w warstwie przydennej.

✉ Krzysztof.Lejcus@up.wroc.pl

✉ Jolanta.Dabrowska@up.wroc.pl

---

**Janusz Łomotowski, Paweł Wiercik,  
Magdalena Kuśnierz, Ewa Burszta-Adamiak**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **BADANIA SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO ZAWIESIN ZAWARTYCH W ŚCIEKACH KOMUNALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH**

### **THE RESEARCH ON GRAIN SIZE DISTRIBUTION IN SUSPENSION OCCURRING IN MUNICIPAL AND INDUSTRIAL WASTEWATER**

Słowa kluczowe: popłuczyny, skład granulometryczny, zawiesina

Key words: filter backwash water, municipal wastewater, grain size, suspension

W procesach oczyszczania wody i ścieków przy usuwaniu zawiesin istotną rolę odgrywa ją właściwość i cechy pojedynczych cząstek. Parametry takie jak powierzchnia właściwa, kształt, wielkość i stopień upakowania cząstek zawiesiny mogą decydować o ich właściwościach sedymentacyjnych i sorpcyjnych. Informacje na temat budowy wewnętrznej struktury i rozmiaru cząstek tworzących zawiesinę uzyskać można m.in. dzięki badaniom składu granulometrycznego przy wykorzystaniu granulometrów laserowych.

W artykule przedstawiono oryginalne wyniki badań składu granulometrycznego zawiesin zawartych w ściekach komunalnych pochodzących z mechaniczno-biologicznych oczyszczalni ścieków oraz w popłuczynach pobranych podczas płukania filtrów do odżelaziania i odmanganiania wody na wybranych stacjach uzdatniania wód podziemnych.

Do opisu wyników badań składu granulometrycznego zawiesin wykorzystano zmodyfikowaną postać równania Avramiego, która pozwoliła na identyfikację mechanizmu tworzenia się zawiesin.

✉ pawel.wiercik@up.wroc.pl

---

**Beata Malczewska<sup>1</sup>, Ozana Gromada<sup>2</sup>, Bartosz Jawecki<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

<sup>2</sup>*RZGW, Wrocław*

<sup>3</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Architektury Krajobrazu*

## **GOSPODARKA WODĄ A BEZPIECZEŃSTWO ZBIORNIKA WODNEGO NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKA BUKÓWKA**

### **WATER MANAGEMENT AND SAFETY OF WATER RESERVOIR ON EXAMPLE OF BUKÓWKA RESERVOIR**

**Słowa kluczowe:** gospodarka wodą, zbiorniki wodne, eksploatacja zbiornika wodnego

**Key words:** water management, water tanks, operation of the water

Zbiornik wodny Bukówka zlokalizowany jest w 269 +50 km rzeki Bóbr. W czasie wieloletniej eksploatacji obiektu prowadzone były systematyczne badania stosunków wodno-gruntowych, przy wykorzystaniu piezometrów i reperów. Pomiar geodezyjne pozwalają na ocenę przemieszczeń urządzeń upustowych i odkształceń korpusu zapory w okresie eksploatacji zbiornika. W artykule dokonano analizy zasad gospodarki wodnej w kontekście bezpieczeństwa tego obiektu, ponieważ bezpieczeństwo zbiornika zależy w dużej mierze od prawidłowej eksploatacji obiektu.

✉ [beata.malczewska@up.wroc.pl](mailto:beata.malczewska@up.wroc.pl)

---

**Beata Malczewska<sup>1</sup>, Łukasz Nowak<sup>2</sup>, Bartosz Jawecki<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

<sup>2</sup>*JUKABUD Sp. z o.o.*

<sup>3</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Architektury Krajobrazu*

## **ODDZIAŁYWANIE ZBIORNIKA WODNEGO NA WYBRANE ELEMENTY ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKA BRZEG DOLNY**

### **THE WATER RESERVOIR IMPACT ON SELECTED ELEMENTS OF THE NATURAL ENVIRONMENT ON EXAMPLE OF BRZEG DOLNY RESERVOIR**

**Słowa kluczowe:** zbiornik wodny, ryby, choroby ryb, przywry

**Key words:** reservoir, fish, fish disease, worm

Zasadniczym elementem badawczym niniejszej pracy są zmiany wywołane w ekosystemie wodnym spowodowane ingerencją człowieka przez wybudowanie zapory i spiętrzenie



nie wody. Badania na zbiorniku Brzeg Dolny prowadzone były w okresie od wiosny 2009 do późnej wiosny 2011 r. Głównym celem niniejszej pracy jest określenie różnic w ilości i kondycji ryb na stanowisku górnym i dolnym zbiornika Brzeg Dolny ze szczególnym uwzględnieniem zainfekowania ryb pasożytem określanym jako czerniaczka pasożytnicza. Odłowy przeprowadzane były metodą spławikową, gruntową oraz spinningową (za zgodą Polskiego Związku Wędkarskiego). Wybór kilku metod połowu związany był z różnym charakterem żerowania ryb. Zastosowanie takich metod odłowu pozwoliło na uzyskanie pełnego przekroju gatunkowego populacji ryb, spokojnego żeru oraz drapieżników. Wszystkie połowy prowadzone były w różnych miejscach zbiornika, aby uzyskać jak najbardziej reprezentatywne dane.

Ogólna ocena składu gatunkowego ryb w zbiorniku wodnym i poniżej zapory w Brzegu Dolnym pozwoliła na przeprowadzenie analizy ilościowej ryb występujących w rzece Odrze. Na analizowanym odcinku cieku najwięcej ryb pochodzi z rodziny karpiowatych, tj. 89% w stosunku do całej populacji. W trakcie prowadzonych badań określono ogólną kondycję zdrowotną ryb na stanowisku dolnym i górnym. Szczególną uwagę poświęcono zmianom parazytologicznym, tj. zmianom powłokowym ryb wywołanych przez przywrę (*Posthodiplostomum cuticola*).

Wstępna analiza badań i danych literaturowych wskazuje na zróżnicowany charakter ekosystemu rzeczno powyżej i poniżej zapory w Brzegu Dolnym. Zapora wodna stanowi przeszkodę w rzece, która tworzy dwa oddzielne środowiska bytowania ryb. Zaobserwowano utrudnioną migrację między stanowiskiem górnym i dolnym oraz wyraźne różnice w zasiedlanym środowisku.

✉ beata.malczewska@up.wroc.pl

---

**Vaclav Matoušek, Jan Krupička, Tomas Picek**

*Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Czech Republic*

## **VALIDATION OF TRANSPORT AND FRICTION FORMULAE FOR UPPER PLANE BED BY EXPERIMENTS IN RECTANGULAR PIPE**

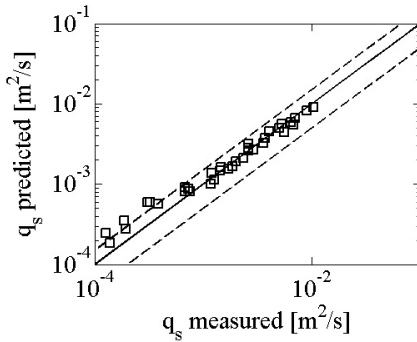
**Key words:** hydraulic transport of solids, sediment transport, slurry flow, bed load

Recently, a solids transport formula was proposed for stratified flows in the upper plane bed regime in pressurized pipes [Matoušek 2009]. A comparison of formula predictions with laboratory flume data by Smart [1984] and Capart-Fracarollo [2011] has revealed [Matoušek, Krupička 2012a] that the formula can be applied to sheet flows in open channels as well. Besides developing the formula for solids transport, the authors derived friction coefficient correlations for the upper-plane bed and interrelated the phenomena and formulae for friction and transport [Matoušek, Krupička 2012b].

In 2011, additional validation tests were carried out for stratified flows of an aqueous mixture of balotini ( $d_{50} = 0.185$  mm) in a pressurized pipe of a rectangular cross section

(51 x 51 mm). The paper describes the test conditions, discusses test results, and analyzes observations based on a comparison of the test results and formulae predictions.

The comparison indicates a satisfactory agreement between the measurements and predictions for the solids flow rate ( $q_s$ ) at high bed shear in the rectangular pipe (see fig.). The results for bed friction are less convincing but also reasonable.



✉ v.matousek@fsv.cvut.cz  
✉ jan.krupicka@fsv.cvut.cz  
✉ picekt@mat.fsv.cvut.cz

**Antoni T. Miler**

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Inżynierii Leśnej*

## **WPŁYW ZMIAN UŻYTKOWANIA TERENU NA ODPIŁY WYZBRANIOWE Z TERENÓW LEŚNYCH POJEZIERZA KRAJEŃSKIEGO**

### **INFLUENCE OF LAND USE CHANGES TO FLOOD OUTFLOWS FROM AFFORESTATION AREAS OF THE KRAJEŃSKIE LAKELAND**

**Słowa kluczowe:** metoda SCS-CN, zlewnie leśne, prognoza zmian retencyjności

**Key words:** SCS-CN procedure, forest catchment, prognosis of retention changes

Wpływ zmian użytkowania terenu na odpływy wezbraniowe z terenów leśnych Pojezierza Krajeńskiego oceniono na podstawie metody SCS-CN. Pozwala ona wyliczyć z opadu całkowitego opad efektywny odpowiadający za odpływ bezpośredni. Oryginalna metoda SCS-CN opracowana została w zasadzie dla zlewni użytkowanych rolniczo [National Engineering Handbook 1956, 1985]. W niniejszej pracy zastosowano ideę adaptacji metody w przypadku warunków leśnych [Okoński 2006, Okoński, Miler 2010]. Główny parametr metody – CN jest funkcją m.in. sposobu użytkowania terenu. Wartość empiryczną parametru  $CN_{emp}$  obliczono bazując na pomiarach hydrometeorologicznych wezbrań deszczowych, w reprezentatywnej dla Pojezierza Krajeńskiego zlewni leśnej w Nadleśnictwie Lipka, Leśnictwie Biskupice. Relacja pomiędzy wartością parametru empirycznego  $CN_{emp}$  oraz wartością jego odpowiednika z metody oryginalnej stanowi podstawę idei adaptacji metody do warunków badanej zlewni. W konsekwencji można prognozować jak zmiany użytkowania terenu, np. przebudowa drzewostanów, zalesienia lub wylesienia, zmiana upraw polowych, znaczące zmiany w infrastrukturze etc., będą wpływać na odpływy

wezbraniowe (zmiany retencyjności) na reprezentatywnych terenach (quasi-jednorodnych w stosunku do badanej zlewni). Analizowana zlewnia położona jest w III Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2. Dzielnicy Pojezierza Krajeńskiego, należy do mezoregionu Wysoczyzny Krajeńskiej. Powierzchnia zlewni wynosi 182,26 ha, z czego 174,02 (95%) to tereny leśne, pozostałe 8,24 – 5% stanowią grunty orne i łąki. Dominującym rodzajem gleby są gleby rdzawe (ok. 86% powierzchni zlewni). Głównymi typami siedliskowymi w lasach są bory świeże (Bśw) i bory mieszane świeże (BMśw) (ok. 90% powierzchni leśnej zlewni). Podstawowym gatunkiem lasotwórczym jest sosna zwyczajna (93% powierzchni leśnej). Długość ciek nr 17-86-1 odprowadzającego wodę ze zlewni wynosi 1540 m. Średni dobowy odpływ jednostkowy (w okresie badań 2004–2006) wynosił 6,4 [ $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ ], a minimalny i maksymalny odpowiednio 2,5 i 25,5 [ $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ ]. Obliczenia przeprowadzono na podstawie 14 pomierzonych wezbrań deszczowych. Bazując na wartościach  $CN_{emp}$  przedstawiono scenariusze zmian odpływów wezbraniowych (zmian retencyjności) wynikających z odmiennego użytkowania terenu badanej zlewni.

✉ amiler@up.poznan.pl

---

**Tadeusz Molski**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **ZIEMNE BUDOWLE HYDROTECHNICZNE I ICH PODŁOŻE W WARUNKACH FILTRACJI NAPOROWEJ**

## **EARTH HYDROENGINEERING STRUCTURE AND THEIR SUBSOIL IN PRESSURED FILTRATION CONDITIONS**

**Słowa kluczowe:** ziemna budowla hydrotechniczna, filtracja płaska, filtracja przestrzenna, model matematyczny, model gruntowy

**Key words:** earth hydroengineering structure, flat filtration, spatial filtration, mathematical model, soil model

Trwałość ziemnych budowli hydrotechnicznych oraz bezpieczna realizacja wykopów ziemnych różnego przeznaczenia stwarzają potrzebę ustalenia rzeczywistych warunków filtracji towarzyszących tym obiektom. Nieuwzględnienie przestrzennego charakteru strumienia filtracji na etapie badań prognostycznych przy projektowaniu obniża bezpieczeństwo obiektu. Wyniki komputerowych obliczeń parametrów filtracji oraz badań porównawczych na modelu gruntowym pozwoliły na ustalenie relacji pomiędzy wielkościami hydrodynamicznymi filtracji naporowej przestrzennej i płaskiej, określonymi na tych samych modelach warunków hydrogeologicznych. Relacje te pozwalają na urealnienie wartości hydrodynamicznych filtracji na modelach płaskich, poprzez uwzględnienie w najistotniejszych obszarach rzeczywistego przestrzennego charakteru filtracji.

✉ Tadeusz.Molski@up.wroc.pl

---

**METALE W CALAMAGROSTIS EPIGEJOS I SOLIDAGO SP.  
ZE ZREKULTYWOWANYCH NIEUŻYTKÓW POPRZEMYSŁOWYCH**

**METALS IN CALAMAGROSTIS EPIGEJOS AND SOLIDAGO SP.  
FROM RECLAIMED POST-INDUSTRIAL WASTELANDS**

Słowa kluczowe: *Calamagrostis Epigejos*, *Solidago* Sp., metale, biomasa energetyczna, zredukowane nieużytki przemysłowe

Key words: *Calamagrostis Epigejos*, *Solidago* Sp., metals, energetic biomass, reclaimed post-industrial wastelands

Na zredukowanych biologicznie nieużytkach przemysłowych, powstałych ze zwałowisk odpadów po górnictwie węgla lub osadników po flotacji rud cynkowo-olowowych, utworzyły się zbiorowiska roślinne z głównym udziałem *Calamagrostis Epigejos* oraz *Solidago* Sp. Rośliny te stanowią potencjalną biomasę energetyczną.

W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości metali ciężkich Pb, Zn, Hg; metali alkalicznych Na, K, Ca oraz jonów Cl<sup>-</sup> i SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> w wyżej wymienionych roślinach pobranych ze zwałowiska odpadów górniczych oraz osadnika poflotacyjnego rud Zn-Pb.

Składniki te mają zasadniczy wpływ na zachowanie się substancji mineralnej przy współspalaniu biomasy w kotłach fluidalnych.

✉ katarzyna.nowinska@polsl.pl

**Dorota Olearczyk**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

**PRZEPŁYWY CHARAKTERYSTYCZNE WYZNACZANE WZORAMI  
EMPIRYCZNYMI W MAŁYCH ZLEWNIACH NIEKONTROLOWANYCH**

**SPECIFIC DISCHARGES DETERMINED BY EMPIRICAL EQUATIONS  
IN SMALL UNCONTROLLED CATCHMENTS**

Słowa kluczowe: przepływy charakterystyczne, wzory empiryczne

Key words: specific discharges, empirical equations

Zapotrzebowanie na informację hydrologiczną z małych zlewni rzek nieobjętych obserwacjami i pomiarami hydrologicznymi wzrasta, szczególnie po wydarzeniach ostatnich kilkunastu lat, kiedy „natura dała nam się we znaki”. O wadze zagadnienia pozyskiwania

informacji hydrologicznej świadczy fakt, że liczba rzek niekontrolowanych w stosunku do liczby rzek, na których prowadzone są obserwacje jest bardzo duża. W Polsce tylko około 15% rzek jest kontrolowanych, tj. około 700 z ogólnej liczby 4656 [Fal 1979]. Obserwacje wodowskazowe prowadzone są na wszystkich rzekach o wielkości powierzchni zlewni powyżej 500 km<sup>2</sup>, których łącznie jest 190. Około 80% liczby wszystkich rzek w Polsce stanowią rzeki małe, o wielkości powierzchni zlewni poniżej 100 km<sup>2</sup>, z których kontrolowanych jest zaledwie 3,4%.

Przepływy charakterystyczne stanowią podstawę poprawnego projektowania nie tylko obiektów hydrotechnicznych czy obiektów związanych z budownictwem. Przepływy te, w całym zakresie ich zmienności, tj. minimalne, średnie i maksymalne, uwzględniane są w planach i projektach przedsięwzięć i obiektów gospodarki wodnej, obejmujących m.in.: gospodarowanie zasobami wodnymi, utrzymanie i regulację rzek, ochronę zasobów wodnych, renaturyzację i rekultywację, budowle piętrzące, zbiorniki retencyjne, siłownie wodne, pompownie i ujęcia wody, stawy rybne, ochronę przed powodzią, kanały żeglugowe, systemy i kanały melioracyjne, zaopatrzenie w wodę gospodarki komunalnej, rolnictwa i przemysłu, systemy kanalizacyjne, oczyszczalnie, budowle komunikacyjne, programy rozwoju regionów.

Jedną z metod stosowanych w hydrologii do obliczania takich przepływów są wzory empiryczne. Zakres stosowalności wzorów, zarówno pod względem regionu, jak i wielkości powierzchni zlewni jest różny. W artykule zostaną przedstawione wyniki obliczeń w wybranych małych zlewniach niekontrolowanych, które przeprowadzono za pomocą wzorów zalecanych w hydrologii, jak również najpopularniejszymi i najczęściej stosowanymi metodami w biurach projektowych i praktyce inżynierskiej. Uwzględniono również uwagi wynikające z długoletniej praktyki ich użytkowników.

✉ Dorota.Olearczyk@up.wroc.pl

---

**Dorota Olearczyk<sup>1</sup>, Jerzy Machajski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

<sup>2</sup>Politechnika Wrocławska, Instytut Geotechniki i Hydrotechniki

## **ANALIZA FUNKCJONALNA I BEZPIECZEŃSTWA WYBRANYCH OBIEKTÓW HYDROTECHNICZNYCH NA DOLNYM ŚLĄSKU**

### **FUNCTIONAL AND SAFETY ANALYSIS OF CHOSEN HYDROTECHNICAL STRUCTURES IN LOWER SILESIA**

**Słowa kluczowe:** zbiornik retencyjny, urządzenia upustowe, wezbranie powodziowe, transformacja wezbrania powodziowego

**Key words:** storage reservoir, outlet installations, flood freshet, flood wave transformation

Wprowadzona w 1996 roku klasyfikacja budowli hydrotechnicznych wymusiła zmianę klasy ważności wielu obiektów znajdujących się na terenie woj. dolnośląskiego. Budow-

le hydrotechniczne, takie jak zbiorniki retencyjne: Pilchowice, Złotniki, Leśna, Lubachów i Mietków, zakwalifikowane początkowo do klasy II uzyskały I klasę ważności. W efekcie nastąpiła również zmiana m.in. przepływów obliczeniowych – miarodajnego i kontrolnego. W zaistniałej sytuacji powstaje pytanie, czy zmiana klasy ważności budowli hydrotechnicznych wynikająca z nowych przepisów, powinna wymuszać zmianę tzw. parametrów obliczeniowych obiektu, w tym przepływów wymiarujących oraz czy dany obiekt przygotowany jest na bezpieczne przepuszczenie kolejnych, znacznie większych przepływów?

Zbiorniki retencyjne Pilchowice, Złotniki, Leśna i Lubachów powstały na początku XX wieku, natomiast zbiornik Mietków został oddany do eksploatacji w 1986 roku. Wszystkie wymienione obiekty projektowane były jako zbiorniki wielozadaniowe.

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych, jakim powinny opowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie [2007], zawarto wymagania dotyczące obiektu hydrotechnicznego, z uwagi na tzw. bezpieczeństwo eksploatacyjne, w szczególności: w § 6 zawarto wymóg wyposażenia budowli piętrzących w urządzenia upustowe, w tym przelewy, spusty i sztolnie lub inne umożliwiające bezpieczne odprowadzenie wód, podkreślając w § 42, że zdolność przepustowa i sposób użytkowania urządzeń upustowych powinny zapewniać bezpieczeństwo budowli w czasie przejścia przepływów obliczeniowych – miarodajnego i kontrolnego.

Wymienione obiekty, z wyjątkiem zbiornika Mietków, mają stosunkowo złożone urządzenia upustowe, pracujące w zmiennym reżimie hydraulicznym. Opracowane przez inżynierów niemieckich krzywe wydatku w przypadku poszczególnych urządzeń, po ich weryfikacji analitycznej okazały się obarczone stosunkowo dużym błędem. Dotyczy to szczególnie przelewu stokowego z odprowadzeniem bocznym zbiorników Pilchowice i Złotniki, a także przelewu czołowego i upustu pośredniego zbiornika Lubachów, zaś w nieco mniejszym stopniu – upustów dennych tych obiektów. Sprawdzone również urządzenia upustowe zbiornika Leśna pod względem ich zdolności przepustowej oraz wykazano, które z nich i w jakim stopniu obarczone są błędem obliczeniowym.

Ponieważ sumaryczny wydatek istniejących urządzeń upustowych wszystkich zbiorników nie uległ zmianie, należało sprawdzić gwarancję bezpieczeństwa eksploatacyjnego tych obiektów w sytuacji wejścia w przekrój jednego z dwóch wymiarujących przepływów. W pracy przedstawiono również analizę funkcjonowania urządzeń upustowych zbiorników retencyjnych w zmienionych warunkach hydrologicznych.

Autorzy, przeprowadzając wnikliwą weryfikację wydatków urządzeń upustowych obiektów, stwierdzili odstępstwa od aktualnie obowiązujących krzywych wydatku tych urządzeń. Badając jednocześnie w kolejnym etapie pracy warunki przejścia przepływów obliczeniowych przez zbiorniki, zauważyli potencjalne zagrożenie przelania się wody ponad koroną poszczególnych zapór.

Weryfikację istniejących urządzeń upustowych zbiorników przeprowadzono za pomocą odpowiednich symulacji komputerowych, związanych z oceną przejścia przez zbiorniki i ich urządzenia upustowe fal powodziowych o kulminacjach odpowiadających przepływowi obliczeniowym. Tym samym sprawdzono, czy istnieje możliwość bezpiecznego przepuszczenia przepływów bez ryzyka wystąpienia awarii zapory, np. wskutek przelania się wody ponad jej koronę.

✉ Dorota.Olearczyk@up.wroc.pl

Andrzej Pawłowski, Daniel Garlikowski,  
Krzysztof Lejcuś, Henryk Orzeszyna

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska*

## **WPŁYW SPOSOBU EKSPLOATACJI SKŁADOWISK ODPADÓW KOMUNALNYCH NA ROZWIĄZANIA PROJEKTOWE REKULTYWACJI**

### **INFLUENCE OF MSW LANDFILLS EXPLOITATION ON CAPPING AND RESTORATION SOLUTIONS**

**Słowa kluczowe:** rekultywacja składowiska, składowisko odpadów komunalnych, warstwy rekultywacyjne

**Key words:** landfill capping, MSW landfill, capping layers

Starsze składowiska odpadów komunalnych wykonywano często bez żadnego projektu lub według takiego, który nie określał dokładnie planów rekultywacji, a w tym kształtu i rzędnych składowiska po jego zamknięciu. Dążenie do maksymalnego wykorzystania pojemności składowiska bez uwzględnienia potrzeb przyszłej rekultywacji rodzi szereg dodatkowych problemów i zwiększa zakres oraz koszty robót. W skrajnych przypadkach regulacji wymagają nie tylko nachylenie zdecydowanie zbyt stromych skarp, ale również zewnętrzny obrys składowiska wykraczający poza granice działki należącej do obiektu. Zmusza to projektantów do przyjmowania niekorzystnych i kosztownych rozwiązań, takich jak np. przemieszczanie odpadów na górną część składowiska i jego podwyższenie, a w razie braku miejsca konieczność wywozu na inne składowisko, stosowanie skarp o dużym nachyleniu zwiększającym ryzyko zsuwu warstw rekultywacyjnych, dążenie do minimalizacji grubości warstw okrywowych. Na podstawie analizy rzeczywistych obiektów na terenie Polski i za granicą przedstawiono problemy i podano sposoby ich rozwiązywania.

✉ pawlowski@iis.ar.wroc.pl

---

**Jaroslav Pollert**

*Czech Technical University in Prague, Department of Sanitary and Ecological Engineering*

## **SELECTED RISKS IN URBAN DRAINAGE**

**Key words:** hydraulics, risks in urban drainage, transport of sediments in sewers, infiltration/exfiltration in sewer systems

Failures in urban drainage can cause pollution of ground as well as surface waters and thus reasonable ecological problems. Evaluation of selected hydraulic risks in sewers (e.g. transport of sediments, exfiltration and infiltration or influence of important singularities in the system) were mostly verified through mathematical modelling. It exist lack

of verification from laboratory physical investigations and from in-situ measurements including CCTV investigations. The main research was aimed on hydraulic obstacles and failures which were quantified with 3D simulation of flow and comparisons with physical modelling in laboratory. For adjusting of hydraulic roughness of selected parts of sewer systems was used method of longitudinal dispersion of added tracers. Neglected part of risks in urban drainage are problems of infiltration/exfiltration including house connections. Results are showing reasonable leakages or inflow to sewer system depending on groundwater level. Results are used for prediction of sewer system capacity changes during reconstruction works in the cities from hydraulic and ecological point of view.

✉ pollert@fsv.cvut.cz

---

**Adam Rak,<sup>1</sup> Marta Sudak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Politechnika Opolska*

<sup>2</sup>*Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Brzeg*

## **TECHNOLOGICZNE ASPEKTY KO-FERMENTACJI OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z TŁUSZCZAMI ODPADOWYMI NA PRZYKŁADZIE BADAŃ INSTALACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W BRZEGU**

### **THE TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SLUDGE WITH WASTE FATS CO-FERMENTATION USING THE EXAMPLE OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT IN BRZEG**

**Słowa kluczowe:** osady ściekowe, tłuszcze odpadowe, fermentacja mezofilna, biogaz

**Key words:** sewage sludge, waste fats, mesophilic fermentation, biogas

W artykule przedstawiono analizę funkcjonowania instalacji ko-fermentacji osadów ściekowych z tłuszczami odpadowymi pochodzącymi z odtłuszczenia ścieków przemysłowych pochodzących z zakładu tłuszczowego.

Układ technologiczny ko-fermentacji osadów i tłuszczu odpadowych składa się z linii przygotowania osadu surowego jako mieszaniny osadu pierwotnego i wtórnego pochodzącego z procesu oczyszczania ścieków komunalnych, zbiornika nadawy osadu surowego, zbiornika tłuszczu, dwóch wydzielonych zamkniętych komór fermentacyjnych (WKFz), zbiorników osadu przefermentowanego oraz wirówki do odwadniania osadu przefermentowanego. W wyniku procesu fermentacji mezofilnej otrzymywany jest biogaz, który gromadzony jest w zbiorniku o pojemności 950 m<sup>3</sup>. W skład instalacji wykorzystania biogazu wchodzi zespół 3 agregatów prądotwórczych, każdy o mocy do 100 kW z układem do odzysku ciepła ze spalin.

W okresie dwóch lat (2008–2009) prowadzono badania efektywności procesu ko-fermentacji mierzonego ilością otrzymanego biogazu oraz wpływu ilości dozowanego tłuszczu odpadowego na przebieg fermentacji mieszaniny osadu ściekowego i tłuszczu odpa-



dowego. Proporcja objętościowa pomiędzy fermentowanym osadem i tłuszczem odpadowym wynosiła średnio 10:1. Maksymalna proporcja równała się 4:1 (tłuszcz stanowił 25% wsadu). W zależności od ilości dozowanego tłuszczu ilość wytwarzanego biogazu wzrastała nawet o 80% więcej niż w przypadku fermentacji osadu ściekowego. W okresie badawczym uzyskano dodatkowo średnio 107 m<sup>3</sup> biogazu na 1 mg tłuszczu dozowanego do komór fermentacyjnych. Taka ilość biogazu pozwala na wyprodukowanie dodatkowo 180 kW energii elektrycznej i około 2,8 kW odzyskanej ze spalin energii cieplnej.

Wyniki badań pozwoliły na ustalenie optymalnego układu dozowania tłuszczu do komory WKFz. W pierwszym okresie podawano tłuszcz bezpośrednio do WKFz od góry i zaobserwowano, że dużo gorzej miesza się z osadem w komorze, a na powierzchni osadu tworzyła się warstwa niewymieszanego tłuszczu. W wyniku zamiany sposobu przygotowania i dozowania tłuszczu do wnętrza komory WKFz zapewniono jego pełne wymieszanie z osadem ściekowym.

Ustalono, że przyrost ilości wytwarzanego biogazu zależy nie tylko od proporcji dozowanego tłuszczu odpadowego, lecz także od jego właściwości. Zaobserwowano, że gdy dozowano tłuszcz, w którym rozpoczęły się już procesy rozkładu związków organicznych (tzw. tłuszcz zagniły), to wzrastała ilość biogazu. Świadczy to o tym, że taka mieszanina osadu i tłuszczu była bardziej przyswajalna dla bakterii metanowych odpowiedzialnych za efektywność procesu fermentacji. Osad po fermentacji cechował się stabilnymi właściwościami: odczyn 7,0–7,4 pH, zasadowość ogólna 72–99 val·m<sup>-3</sup>. W wyniku prowadzenia procesu ko-fermentacji stopień mineralizowania osadu przefermentowanego zmniejsza się z 40 do 33%, co można odczytać jako negatywny aspekt prowadzonego procesu ko-fermentacji.

Dwuletnia eksploatacja instalacji pokazała, iż ko-fermentacja tłuszczu odpadowych jest bardzo efektywna w procesie produkcji biogazu, co wiąże się z zwiększeniem opłacalności prowadzonego procesu. Obciążanie komór WKFz nawet dużymi dawkami tłuszczu nie zaburzało fermentacji osadu ściekowego.

✉ a.rak@po.opole.pl

---

## **WPLYW WYBRANYCH PARAMETRÓW MODELU ZLEWNI MIEJSKIEJ NA TRANSFORMACJĘ HYDROGRAMU ODPŁYWU WÓD DESZCZOWYCH**

### **AN INFLUENCE OF SELECTED PARAMETERS OF URBAN CATCHMENT MODEL ON TRANSFORMATION OF STORM WATER OUTFLOW HYDROGRAPH**

**Słowa kluczowe:** model opad-odpływ, zlewnia miejska, długość drogi spływu powierzchniowego, szorstkość kanałów

**Key words:** rainfall-runoff model, urban catchment, runoff route length, sewer's roughness

Podczas kalibracji modeli symulacyjnych opad-odpływ, dobór parametrów opisujących proces spływu powierzchniowego następuje na podstawie porównania obliczonych i zarejestrowanych hydrogramów odpływu w kanałach kanalizacyjnych. Istotna jest zatem wiedza na temat udziału poszczególnych etapów transformacji opadu w odpływ. Oceny udziału wpływu sieci kanalizacyjnej w transformacji odpływu dokonano na podstawie porównania wyników analizy wrażliwości, obejmującej długość drogi spływu ze zlewni, jako parametru reprezentującego proces spływu powierzchniowego oraz szorstkości kanałów opisującej przepływ w kanałach. Zmienność kształtu hydrogramów określano za pomocą maksymalnych wartości odpływu i napełnienia oraz czasu ich osiągnięcia.

Obliczenia wykonano na przykładzie rzeczywistej zlewni miejskiej o powierzchni 7 km<sup>2</sup>, znajdującej się w Poznaniu. Wykorzystano 42 zdarzenia opadowe zarejestrowane w latach 2006–2007. Do symulacji odpływu użyto modelu komputerowego zlewni wykonanego w programie SWMM5.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczeń stwierdzono, że wzrost szorstkości kanałów oraz długości drogi spływu wywołują zmniejszenie maksymalnej wartości odpływu i napełnienia przy jednoczesnym opóźnieniu czasu wystąpienia wartości maksymalnej. Wartość szorstkości kanałów nie wpływa na charakter ani tendencje zmian kształtu hydrogramu odpływu wywołanych przez zmiany długości drogi spływu. Zmienia się jedynie zakres zmian wraz ze wzrostem szorstkości – wpływ zmian długości drogi spływu maleje. Z uwagi na zbliżony charakter oddziaływania obu analizowanych parametrów na kształt hydrogramu odpływu, w niektórych przypadkach ocena udziału wpływu danego parametru może być utrudniona. Pomocne w ocenie, który z parametrów jest odpowiedzialny za kształt hydrogramu odpływu, może być wykorzystanie hydrogramów napełnień zależnych od szorstkości kanału.

✉ e-mail: [marek.sowinski@put.poznan.pl](mailto:marek.sowinski@put.poznan.pl)

---

**STUDIUM REDUKCJI FALI POWODZIOWEJ 2010 ROKU  
PRZEZ ZBIORNIK RACIBÓRZ I POLDER BUKÓW**

**STUDY OF FLOOD WAVE REDUCTION IN 2010 YEAR  
IN RACIBÓRZ RESERVOIR AND BUKÓW POLDER**

**Słowa kluczowe:** powódź 2010, zbiornik Racibórz, polder Buków, gospodarka wodna

**Key words:** flood 2010, Racibórz reservoir, Buków polder, water management

W pracy zaprezentowano ogólną charakterystykę dwóch obiektów hydrotechnicznych odgrywających kluczową rolę w ochronie powodziowej doliny górnej i środkowej Odry: istniejącego od 2002 roku polderu Buków oraz będącego w trakcie realizacji zbiornika Racibórz.

Przedstawiono studium redukcji fali wezbraniowej z maja 2010 roku, która dokonała się przy wykorzystaniu pojemności użytkowej polderu Buków oraz zaprezentowano symulacje potencjalnego wpływu zbiornika Racibórz na wielkość wezbrania przy założeniu kilku scenariuszy zrzutu wód ze zbiornika.

Wyniki badań zostały odniesione do konkretnych wskazań na wodowskazie w Miedoni, dając pogląd na procentową redukcję stanu maksymalnego, a tym samym na skuteczność działania systemu zabezpieczeń powodziowych. Wskazują one jasno na znaczenie zbiornika Racibórz jako integralnego i skutecznego elementu sterowania falą wezbraniową na górnej Odrze.

✉ [radoslaw.stodolak@up.wroc.pl](mailto:radoslaw.stodolak@up.wroc.pl)

---

## ZRÓŻNICOWANIE CELÓW ŚRODOWISKOWYCH RZEK I ZABUDOWY TECHNICZNEJ NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH ODCINKÓW PORĘBIANKI

## DIFFERENTIALS BETWEEN ENVIRONMENTAL AND RIVER TRAINING PURPOSES ON THE EXAMPLE OF CHOSEN PARTS OF PORĘBIANKA RIVER

**Słowa kluczowe:** rzeka, cele środowiskowe, ocena stanu, regulacja rzek, RDW

**Key words:** river, environmental targets, environment state assessment, river training, Water Framework Directive

Najważniejszym celem środowiskowym w przypadku rzek i potoków jest osiągnięcie dobrego stanu wód, na który składają się dobry stan ekologiczny oraz chemiczny. Stan ekologiczny jest klasyfikowany w odniesieniu do warunków referencyjnych. Warunki referencyjne cieków to „stan występujący obecnie lub w przeszłości, odpowiadający bardzo małej presji, bez wpływów uprzemysłowienia, urbanizacji i intensyfikacji rolnictwa, jedynie z bardzo niewielkimi modyfikacjami naturalnych elementów jakości”. Generalnie wyznaczenie warunków referencyjnych w poszczególnych typach rzek umożliwiające następujące metody:

- warunki referencyjne na podstawie danych przestrzennych, wykorzystujące dane ze stanowisk monitoringu;
- warunki referencyjne bazujące na modelowaniu predykcyjnym;
- warunki referencyjne na podstawie danych czasowych, wykorzystujące albo dane historyczne, albo paleorekonstrukcję, albo połączenie tych dwóch metod;
- warunki referencyjne według oceny ekspertów;
- połączenie wskazanych wyżej sposobów.

Oczywiście, najbardziej skuteczną metodą jest wykorzystanie danych z wieloletniego monitoringu. Jednak z reguły, jeżeli takie dane istnieją, dotyczą parametrów fizykochemicznych, rzadziej biologicznych. Parametry hydromorfologiczne praktycznie nie były monitorowane. Dlatego autorzy przedstawiają problematykę ocen hydromorfologicznych, związanych zarówno z odcinkami naturalnymi, jak i antropogenicznie przekształconymi – wskutek naturalnych zmian cywilizacyjnych w dolinach rzek. Zmiany te wpływając na dynamikę przepływu wody i zawężenie terasy zalewowej, a często również i samego łóżyska rzecznego, powodują wytwarzanie się nowych warunków równowagi hydrodynamicznej, odmiennych od pierwotnych. Zwykle wywołują one konieczność dalszej ingerencji w środowisko rzeczne. Analizę przeprowadzono w przypadku rzeki Porębianki, która w dolnym biegu jest uregulowana za pomocą ramp – a więc bliższych naturze form regulacji niż klasyczne korekcje stopniowe.

## **WSPÓŁCZESNE PROBLEMY W PLANOWANIU GOSPODARKI ODPADAMI KOMUNALNYMI**

### **PRESENT PROBLEMS IN MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT PLANNING**

**Słowa kluczowe:** odpady komunalne, plany gospodarki odpadami

**Key words:** municipal waste, waste management plans

Po zakończeniu II wojny światowej w Polsce przez wiele lat do środowiska przedostawały się duże ilości zanieczyszczeń, związanych zarówno z działalnością życiową, jak i gospodarczą. Brakowało urządzeń pozwalających na redukcję emitowanych zanieczyszczeń, służby kontrolne były słabo wyposażone, a społeczeństwo w obliczu wielu innych problemów nie było zainteresowane ochroną środowiska.

Pierwsze zapisy dotyczące polityki ekologicznej państwa zostały uchwalone w 1991 roku. W kolejnych latach przeprowadzono zmiany, uwzględniające aktualne potrzeby oraz regulacje obowiązujące w krajach Unii Europejskiej. W ramach przyjętych regulacji, gospodarkę odpadami uznano za odrębną dziedzinę ochrony środowiska, której najważniejsze zasady to: zapobieganie powstawaniu odpadów i ograniczanie ich ilości, wykorzystanie substancji lub materiałów zgromadzonych w odpadach oraz ich unieszkodliwienie w sposób bezpieczny dla środowiska. Na mocy uchwalonej w 2001 r. ustawy o odpadach, na wszystkich szczeblach administracji samorządowej wprowadzono obowiązek opracowywania planów, uwzględniających analizę stanu aktualnego i prognozy zmian w gospodarce odpadami oraz przedstawiających działania, potrzebne do realizacji założonych zadań.

W pracy przedstawiono aktualne zasady i sposoby planowania gospodarki odpadami oraz nowe rozwiązania organizacyjne w zakresie gospodarowania odpadami komunalnymi. Na przykładzie wybranych jednostek samorządowych (gmin, powiatów, województw) oceniono skuteczność wprowadzonych do tej pory rozwiązań i realizacji zaplanowanych zadań.

Przeprowadzona analiza wykazała istniejące braki oraz opóźnienia we wprowadzaniu zmian, poprawiających sposób gospodarowania odpadami komunalnymi. Największe zaległości stwierdzono w zakresie inwestycji. Ze względu na wysokie koszty, realizacja wielu z nich nawet się nie rozpoczęła. Wprowadzenie „podatku śmieciowego” może spowodować poprawę sytuacji, szczególnie na poziomie gmin, które do tej pory były jedynie obciążone szerokim zakresem obowiązków, bez możliwości pozyskania dodatkowych źródeł finansowania. Korzystną zmianą może się okazać także zniesienie obowiązku planowania gospodarki odpadami na poziomie powiatów, których zakres kompetencji częściowo pokrywał się z kompetencjami gmin, ponadto podział administracyjny nie zawsze odpowiadał lokalnym możliwościom i potrzebom. Wprowadzenie w ich miejsce regionów gospodarki odpadami może wspomóc działania gmin, spośród których wiele

już wcześniej podejmowało podobne działania, łącząc się w związki organizujące i finansujące wspólną gospodarkę odpadami.

✉ [agata.szymanska-pulikowska@up.wroc.pl](mailto:agata.szymanska-pulikowska@up.wroc.pl)

---

**Izabela Anna Tałałaj**

*Politechnika Białostocka, Katedra Systemów Inżynierii Środowiska*

## **WPŁYW POZIOMU ŻYCIA MIESZKAŃCÓW WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO NA ILOŚĆ GENEROWANYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH**

### **IMPACT OF INHABITANTS LIFE STANDARD IN PODLASKI VOIVODSHIP ON THE AMOUNT OF GENERATED MUNICIPAL WASTES**

**Słowa kluczowe:** odpady komunalne, poziom życia

**Key words:** municipal wastes, life standard

W pracy podjęto próbę oceny wpływu poziomu życia mieszkańców województwa podlaskiego na ilość wytwarzanych odpadów komunalnych. Zmiany ilości odpadów analizowano we wszystkich powiatach województwa, w ośmioletnim przedziale czasowym (2001–2008). Do analiz przyjęto blisko 20 zmiennych charakteryzujących poziom życia mieszkańców i mogących różnicować generowanie odpadów w poszczególnych regionach.

Jako narzędzie badawcze wykorzystano pakiet Statistica, za pomocą którego ustalono kierunek oraz siłę oddziaływania między wybranymi zmiennymi a ilością odpadów, opisano zależności występujące między nimi oraz przeanalizowano struktury w uzyskanych danych.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazały, że poszczególne zmienne mają różny wpływ na wytwarzanie odpadów, czego wyrazem jest przestrzenne zróżnicowanie ilości odpadów. Stwierdzono m.in. zanikanie współzależności między przeciętnym miesięcznym wynagrodzeniem a ilością generowanych odpadów. Jednocześnie zaobserwowano silną korelację między dochodami i wydatkami budżetów miast i gmin a ilością odpadów. Opisane zostały również zależności w przypadku pozostałych zmiennych, które determinują wytwarzanie odpadów w poszczególnych regionach, a ich wyniki zobrazowano graficznie.

✉ [izalek@pb.edu.pl](mailto:izalek@pb.edu.pl)

---

**ZALEŻNOŚĆ WSKAŹNIKA EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI  
OD STOPNIA REDUKCJI ILOŚCI ODPADÓW  
W PROCESIE TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW MEDYCZNYCH**

**THE ECONOMIC EFFICIENCY INDEX DEPENDENCY  
OF WASTES AMOUNT REDUCTION  
IN THERMAL TRANSFORMATION PROCESS OF MEDICAL WASTES**

**Słowa kluczowe:** system gospodarki odpadami medycznymi, koszt funkcjonowania systemu, wskaźnik ekonomicznej efektywności

**Key words:** medical wastes management system, system functioning costs, economic efficiency index

Modelowanie systemów gospodarki odpadami związane jest z symulacją rzeczywistych procesów jednostkowych, składających się na funkcjonowanie gospodarki odpadami medycznymi.

W niniejszej pracy wykorzystano model optymalizacyjny systemu wywozu i unieszkodliwiania odpadów medycznych w wersji dynamicznej, który umożliwia projektowanie najkorzystniejszych pod względem ekonomicznym systemów gospodarki tego typu odpadów.

W artykule przedstawiono analizę wpływu parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów na wartość uzyskanego wskaźnika ekonomicznej efektywności na przykładzie systemu gospodarowania odpadami medycznymi w województwie podlaskim.

Zakres badań operacyjnych wykonany w ramach studium optymalizacji został podzielony na dwa kolejne etapy obliczeń optymalizacyjnych przy przyjęciu określonych parametrów technicznych i ekonomicznych, w celu ustalenia wpływu parametru wejściowego systemu, tj. stopnia redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów na generowane rozwiązanie systemu (tzn. koszt funkcjonowania systemu), wskaźnik ekonomicznej efektywności oraz strukturę przestrzenną systemu.

Artykuł powstał w ramach realizacji pracy S/WBiŚ/22/08 finansowanej przez KBN

✉ [m.walery@pb.edu.pl](mailto:m.walery@pb.edu.pl)

---

## PROFIL ZMIAN WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WODY W RZECE STOBRAWIE

## PROFILE OF WATER QUALITY INDICATORS CHANGES IN STOBRAWA RIVER

**Słowa kluczowe:** jakość wody, rzeka, przepływy

**Key words:** water quality, river, water flow

W pracy przedstawiono profil zmian wskaźników jakości wody rzeki Stobrawy, będącej głównym źródłem zasilania realizowanego zbiornika wodnego Kluczbork. Zbiornik ten jest zlokalizowany w 61,500 km biegu rzeki, w województwie opolskim.

Badaniami objęto wody rzeki Stobrawy w sześciu punktach pomiarowych, na odcinku od zbiornika wodnego (Punkt St.1) do źródeł rzeki (Punkt St.6). Badania w punktach pomiarowych od St.1 do St.6 przeprowadzono w okresie od listopada 2006 do października 2007 roku. Ponadto w punkcie St.1 wykonano dodatkowe badania jakości wody, które trwały do grudnia 2008 r. W badanych próbkach wody oznaczano:  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{BZT}_5$ , ChZTcr, temperaturę wody, tlen rozpuszczony, odczyn wody, przewodność elektrolityczną i zawiesinę. Oprócz badań jakości wód dokonano pomiarów hydrometrycznych.

Analiza wykazała, że wody rzeki Stobrawy w zlewni zbiornika Kluczbork są zanieczyszczone, w związku z czym mogą pogorszyć jakość wody zbiornika. Natomiast przedstawienie profilu zmian wskaźników jakości wody rzeki Stobrawy, od źródeł do przekroju zbiornika, przyczyni się do podjęcia właściwych działań w zlewni tej rzeki, które mogą się przyczynić do poprawy jakości wody.

✉ wiatkowski@uni.opole.pl

---



## **BUDOWA GEOLOGICZNA JAKO CZYNNIK WARUNKUJĄCY PRZEBIEG EKSTREMALNYCH WEZBRAŃ NA PRZYKŁADZIE POWODZI W 2010 R. W DOLINIE WISŁY ŚRODKOWEJ I DOLNEJ**

### **INFLUENCE OF GEOLOGICAL SETTING ON A DYNAMICS OF EXTREME FLOODS – A CASE STUDY OF THE 2010 FLOOD IN THE VISTULA VALLEY**

**Słowa kluczowe:** awaria wału przeciwpowodziowego, zniszczenie hydrauliczne, kulminacje podłoża aluwialnych

**Key words:** levee breach, internal erosion, protrusions of alluvial basement

Wezbranie opadowe w dolinie Wisły w maju i czerwcu 2010 roku można uznać za zjawisko ekstremalne. W dolinie Wisły środkowej (poniżej ujścia Sanu) i dolnej (poniżej ujścia Narwi) bezpośrednią przyczyną przekształcenia wezbrania w powódź, która przyniosła duże straty materialne, były awarie wałów przeciwpowodziowych w okolicach miejscowości: Kopiec (302 km szlaku żeglownego), Popów (309,3 km), Wilków (350,5 km), Janowiec (354 km) i Świniary (611 km). Znamienne jest, że wszystkie z powyższych awarii miały miejsce przy stanie wody niższym od rzędnej korony wału przeciwpowodziowego oraz (według wiedzy autorów) były one efektem sufozji w warunkach wysokiego gradientu hydraulicznego (tzw. zniszczenie hydrauliczne).

W dyskusjach nad przyczyną awarii wałów przeciwpowodziowych w 2010 roku szczególny nacisk położono na stan techniczny tych konstrukcji, wiążąc go z czynnikami przyrodniczymi – roślinnością występującą w międzywałach (spowolnienie spływu i spiętrzanie wody) oraz działalnością zwierząt ryjących (bobry i krety), które łącznie miały prowadzić do osłabienia i uszkodzeń korpusu wałów. Nie zwrócono natomiast uwagi na szereg innych, istotnych czynników. W niniejszej pracy przyjęto założenie, że ekstremalne wezbranie w dużej dolinie rzecznej jest zjawiskiem naturalnym, a więc jego przebieg jest podobny do tych zdarzeń z przeszłości, które ukształtowały morfologię dna doliny rzecznej. Badania prowadzone w dolinie Wisły środkowej przez T. Falkowskiego [2006, 2007], a wcześniej przez E. Falkowskiego [1967, 1982] wykazały, że morfologia dna tego odcinka doliny jest ściśle powiązana z występowaniem pod warstwą aluwialnych elewacji („progów”) zbudowanych z gruntów trudno rozmywalnych. „Progi” te mogą mieć znaczący wpływ na przebieg współczesnych procesów w dolinie rzecznej.

Celem pracy jest próba odpowiedzi na pytanie, czy awarie wałów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły w 2010 r. miały związek z jej specyficznymi cechami budowy geologicznej. Badania składały się z 5 etapów: (1) analiza stanów wody i wartości natężenia przepływu w profilach wodowskazowych Annapol (298,4 km), Puławy (374,9 km) i Kępa Polska (606,5 km); (2) rozpoznanie budowy geologicznej podłoża aluwialnych w korycie Wisły dolnej (badania terenowe) i środkowej (analiza wcześniejszych badań Zakładu

Hydrogeologii SGGW); (3) kartowanie miejsc przerwania wałów w 2010 r. przy użyciu technologii GPS; (4) analiza przestrzenna wyników badań w bazie danych GIS (oprogramowanie ESRI ArcMap); (5) stworzenie konceptualnego modelu prezentującego wpływ budowy geologicznej na przebieg współczesnych wezbrań ekstremalnych w dolinie ograniczonej wałami przeciwpowodziowymi na przykładzie odcinka doliny Wisły dolnej: Kępa Polska-Wykowo (606,5–617 km).

Wyniki badań wskazują, że lokalizacja wszystkich analizowanych awarii wałów przeciwpowodziowych jest ściśle związana z występowaniem kulminacji podłoża aluwii. Kulminacje te wymuszają intensywną erozję i depozycję na równinie zalewowej utworów facji glifów krewasowych (crevasse splay) i wałów przykorytowych (levee). Utwory te charakteryzują się większym współczynnikiem filtracji i tworzą strefy uprzywilejowanego przepływu wód podziemnych w podłożu wału. W czasie ekstremalnych wezbrań w przekrojach prostopadłych do wału występują wysokie gradienty hydrauliczne, co prowadzi do intensyfikacji przepływu podziemnego, sufozji i zniszczenia hydraulicznego.

✉ grzegorz\_wierzbicki@sggw.pl

---

**Maciej Zdralewicz, Tomasz Orczykowski, Anna Bogusz**

*IMGW we Wrocławiu*

## **INTERPOLACJA PRZESTRZENNA KORYTA RZEKI NA POTRZEBY MODELOWANIA – PORÓWNANIE METOD**

### **RIVERBED INTERPOLATION FOR MODELING – METHODS COMPARISON**

**Słowa kluczowe:** batymetria, modelowanie jednowymiarowe, modelowanie dwuwymiarowe, GIS

**Key words:** bathymetry, one-dimensional modeling, two-dimensional modeling, GIS

Jednym z istotnych problemów modelowania hydraulicznego jest właściwe odwzorowanie geometrii koryta i doliny cieków. W przypadku modeli dwuwymiarowych, głównym źródłem informacji przestrzennych są dane pozyskane metodą skaningu laserowego (ALS). Pomimo ogólnie dużej dokładności w dolinie, nie odwzorowują jednak koryta rzeki, co wynika z procesu pozyskiwania materiału, podczas którego użyta wiązka laserowa nie jest w stanie spenetrować głębi wody i zostaje odbita od lustra bądź zaabsorbowana przez wodę. Konieczne jest więc uzupełnianie batymetrii koryta właściwego na podstawie danych ze standardowych pomiarów geodezyjnych, z wykorzystaniem metod interpolacyjnych w celu uzyskania ciągłości przestrzennej. W przypadku modeli jednowymiarowych czy quasi-dwuwymiarowych pomiary geodezyjne są głównym źródłem danych geometrycznych, jednak ze względu na pracochłonność oraz duże koszty, przekroje poprzeczne wykonywane są najczęściej w zbyt dużych odległościach od siebie. Prowadzi to do pojawiania się niestabilności w modelach, a w przypadku rzek mędrujących dochodzi do dublowania bądź pomijania części natężenia przepływu podczas

symulacji. W celu stworzenia poprawnego modelu konieczne jest zagęszczenie przekrojów pomierzonych w terenie. Podobnie jak w przypadku modelowania dwuwymiarowego, część dolinową pozyskać można z danych lidarowych, jednak uzupełnienie geometrii koryta właściwego opiera się na metodach interpolacyjnych. Prezentowany artykuł przedstawia możliwości uzupełniania informacji o przekrojach z poziomu aplikacji GIS-owych, systemu modelowania Mike 11 oraz własnych narzędzi. Jednocześnie wskazuje wady i zalety każdego z nich.

✉ [maciej.zdralewicz@imgw.pl](mailto:maciej.zdralewicz@imgw.pl)

---

Redakcja i korekta  
Magdalena Kozińska

Opracowanie komputerowe i projekt okładki  
Paweł Wójcik

© by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
Wrocław – Polanica Zdrój 2012

ISBN 978-83-7717-091-5

WYDAWNICTWO UNIwersytetu PRZYRODNICZEGO WE WROCLAWIU  
ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel. 71 328-12-77, e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 90 + 16 egz. Ark. wyd. 3,5 . Ark. druk. 3,75