

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA ENERGII WÓD PŁYNĄCYCH DO REWITALIZACJI WODY

Ryszard Konieczny

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach,
Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

Streszczenie. W artykule przedstawiono nową koncepcję rewitalizacji wód otwartych, stanowisko badawcze w postaci modelu rekultywatora wody, metodykę pomiaru przepływu masy strumienia cieczy przez układ elementów roboczych systemu modelu rekultywatora wody i podstawowe parametry pracy modelu urządzenia. Przedstawione wyniki badań sugerują możliwość praktycznego zastosowania rekultywatora wody w poprawie jakości przydennych stref rzek i cieków, a dzięki temu warunków bytowania ryb i innych organizmów wodnych.

Słowa kluczowe: rekultywator wody, rewitalizacja, wody płynące

WSTĘP

Najbardziej racjonalnymi rozwiązaniami stosowanymi w poprawie jakości wód otwartych na terenach użytkowanych rolniczo są urządzenia, bądź systemy urządzeń, samoczynnie sterowane źródłem energii masy strumienia cieczy. Najpopularniejszym i zarazem bardzo skutecznym tego typu rozwiązaniem jest tzw. metoda Olszewskiego oparta na zasadzie hydraulicznego lewarowego przeprowadzania wody ponad pionową przeszkodą [Olszewski 1973, Lossow i Gawrońska 2000]. Znalazła ona zastosowanie na świecie w wielu jeziorach odpływowych. Obecnie skala problemu jakości wody jest dostrzegana w rzekach. Zmagazynowana na dnie koryt rzecznych materia [Żbikowski i Żelazo 1993] stwarza niekorzystne warunki organizmom wodnym dla ich prawidłowego rozwoju. W tej sytuacji działania specjalistów są kierowane na nowatorskie rozwiązania [Bates i in. 2001, Yoshiyuki 2004], mające w założeniu odnowę przydennych stref nurtu z wykorzystaniem źródła energii masy jego strumienia [Pisarczyk 1995, Flizikowski i Jankowski 2000].

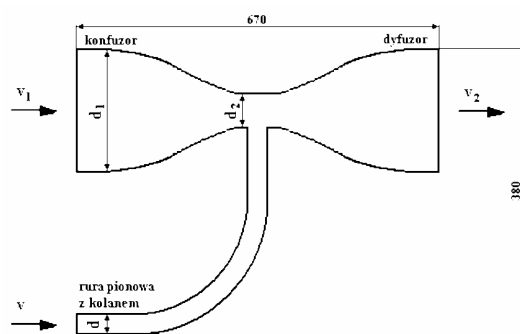
Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy IMUZ w Szczecinie rozpoczął prace naukowo-badawcze nad nową koncepcją rewitalizacji wód. Wykonano model rekultywatora wody, którego działanie opiera się na zjawisku pompy Bernoulliego [Szczeniowski 1972], powszechnie znanym i stosowanym w wielu urządzeniach. Rekultywator wody jest prostym rozwiązaniem technicznym, przeznaczonym do poprawy jakości wód przy-

dennych w otwartych korytach rzecznych i ciekach, aby zapewnić organizmom wodnym odpowiednie warunki życia i prawidłowy rozwój.

Celem niniejszej pracy jest wyznaczenie parametrów pracy poszczególnych elementów roboczych modelu rekultywatora wody, transportującego ciecz ze stref głębiej położonych do warstw powierzchniowych nurtu. Zakłada się bowiem, że znajomość tych parametrów pracy umożliwi w przyszłych pracach badawczych ich optymalizację względem źródła energii masy strumienia cieczy dowolnej rzeki lub ciek.

METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań był opracowany i wykonany w Zachodniopomorskim Ośrodku Badawczym IMUZ w Szczecinie model rekultywatora wody (rys. 1).



Rys. 1. Układ pomiarowy i obliczeniowy elementów roboczych systemu modelu rekultywatora wody: v , v_1 – prędkość strugi początkowej, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; v_2 – prędkość strugi końcowej, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; d – średnica rury pionowej z kolanem, m ; d_1 – średnica rury poziomej, m ; d_2 – średnica przewężenia rury poziomej, m .

Fig. 1. Measurements and calculation configuration of working elements of water revitalisation device: v , v_1 – initial stream speed, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; v_2 – terminal stream speed, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; d – vertical pipe with straight elbow diameter, m ; d_1 – vertical pipe diameter, m ; d_2 – diameter of horizontal pipe with narrowing, m .

W styczniu 2007 r. w rzece Stara Noteć na terenie miasta i gminy Drezdenko w woj. lubuskim prowadzono pomiary czasu t (s) transportu mas wód otwartych przez elementy robocze modelu rekultywatora wody. Badano czas transportu cieczy przez rurę pionową z kolanem do przewężenia rury poziomej oraz czas transportu cieczy przez rurę pionową z kolanem i dyfuzor do warstw wód powierzchniowych nurtu. Ponadto w miejscu prowadzonego eksperymentu mierzono na prostym odcinku rzeki o długości $l = 1,8$ m czas przemieszczania mas wodnych celem oszacowania spadku prędkości cieczy na wlocie do układu rury poziomej (konfuzora) modelu rekultywatora wody. Rozpatrywane zakresy pomiarowe prowadzono stoperem elektronicznym w dziesięciu powtórzeniach. Podczas pomiaru czasu transportu wód przez elementy robocze modelu rekultywatora wody urządzenie ustawiano zgodnie z kierunkiem nurtu pod powierzchnią rzeki. Do kolana rury pionowej skierowanego otworem wlotowym prostopadłe do kierunku nurtu wkładano przedmiot w postaci walca, obserwując jego przemieszczenie w czasie. Pomiar przemieszczania wód powierzchniowych nurtu rzeki w czasie t (s)

wykonano obserwując unoszący się na powierzchni przedmiot. Na mocy prawa ciągłości strugi i przeprowadzonych pomiarów wyznaczono parametry przepływu cieczy przez model rekultywatora wody. Natomiast na podstawie wzoru:

$$P = 0,5 \cdot \gamma \cdot S \cdot v^3 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \quad (1)$$

w którym:

- γ – gęstość cieczy, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- S – pole powierzchni otworu, m^2 ,
- v – prędkość strugi, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,

wyznaczono średnie zapotrzebowanie mocy P (kW) układu poszczególnych elementów roboczych (konfuzor, dyfuzor, rura pionowa z kolanem) systemu modelu urządzenia. Wyniki badań zestawiono w formie tabelarycznej i poddano analizie.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Wyniki badań przemieszania mas wód otwartych w czasie t (s) przez system modelu rekultywatora wody i na powierzchni prostego odcinka rzeki zamieszczono w tabeli 1. Natomiast parametry przepływu masy strumienia cieczy przez model rekultywatora wody oraz średnie zapotrzebowanie mocy P (kW) układu elementów roboczych (konfuzor, dyfuzor, rura pionowa z kolanem) na transport wód otwartych przez system urządzenia przedstawiono w tabeli 2.

Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że na objętościowe natężenie przepływu Q ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) mas wód otwartych przez system układu elementów roboczych modelu rekultywatora wody bardzo duży wpływ ma hydrauliczna powierzchnia otworów wlotowych i wylotowych. Z prawa ciągłości strugi bowiem wynika, że zwiększenie lub zmniejszenie średnicy hydraulicznej otworów spowoduje zmianę wartości objętościowego natężenia przepływu strugi przez elementy robocze systemu modelu rekultywatora wody. Dla zwiększenia objętościowego natężenia przepływu cieczy przez układ elementów roboczych urządzenia z warstw wód głębiej położonych do warstw wód powierzchniowych nurtu szczególne znaczenie ma prędkość masy strumienia cieczy w przewężeniu rury poziomej. Wartość siły P (kW) prędkości v ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) objętościowego natężenia strugi w przewężeniu rury poziomej sprawia powstanie obszaru zmniejszonego ciśnienia statycznego. Oznacza to, że w przewężeniu rury poziomej, stanowiącej trójkąt zespolony konfuzorem, dyfuzorem i rurą pionową z kolanem, następuje spadek ciśnienia statycznego względem ciśnień statycznych układu elementów roboczych w rurze poziomej. Zatem przy wzroście prędkości strugi do wartości $3,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 2) w przewężeniu rury poziomej modelu rekultywatora wody występuje zjawisko parcia cieczy od dołu na ciecz zawartą w rurze pionowej z kolanem. W konsekwencji do przewężenia rury poziomej odbywa się transport mas wód głębiej położonych przez rurę pionową z kolanem i dalej poprzez dyfuzor przemieszczenie ich do warstw wód powierzchniowych nurtu. Dodatkowo wzrost siły objętościowego natężenia przepływu cieczy ze stref wód głębiej położonych do warstw wód powierzchniowych nurtu wynika z prostopadłego ustawienia otworu kolana rury pionowej do kierunku masy strumienia cieczy.

Tabela 1. Czas t (s) przemieszczania mas wód otwartych na długości odcinka l (m) w elementach roboczych układu systemu modelu rekultywatora wody i na powierzchni rzeki

Table 1. Time t (s) of open waters relocation on l (m) length in working elements of the water revitalization device model and on river water surface

t_{sr}	t_{max}	t_{min}	odch. stan.	l
Rura pionowa z kolanem				
1,94	2,31	1,63	0,25	0,545
Rurka pionowa z kolanem i dyfuzor				
3,05	3,64	2,57	0,36	0,880
Powierzchnia rzeki				
2,99	3,37	2,62	0,26	1,800

W ocenie praktycznego wykorzystania parametrów pracy urządzenia w nurcie rzeki lub cieką bardzo ważnym zjawiskiem jest spadek prędkości strugi na wlocie do rury poziomej rekultywatora wody spowodowany przewężeniem rury poziomej i miejscowymi oporami przepływu. Porównując średnią obliczeniową wartość prędkości masy strumienia na wlocie do konfuzora ($0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) rury poziomej ze średnią prędkością powierzchniową nurtu ($0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) sporządzoną na podstawie danych z tab. 1 przemieszczania mas wodnych w czasie t (s) na długości odcinka l (m), wyznaczono 50% spadek prędkości strugi dolotowej do konfuzora rury poziomej modelu rekultywatora wody.

Tabela 2. Parametry przepływu masy strumienia przez system modelu rekultywatora wody i średnie zapotrzebowanie mocy P (W) układu elementów roboczych na transport cieczy do powierzchni S (m^2) otworu

Table 2. Running stream flow parameters through the model and average power need P (W) of working elements for transport of the liquid to surface S (m^2) of the hole

S m^2	v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	Q $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	P kW
Dyfuzor (wylot cieczy)			
0,00985	0,30045	0,00296	$1336,0\cdot 10^{-13}$
Konfuzor (przewężenie)			
0,00086	3,43461	0,00294	$173269,0\cdot 10^{-13}$
Rura pionowa z kolanem (wylot cieczy)			
0,00008	0,28533	0,00002	$9,1\cdot 10^{-13}$

Ponieważ model urządzenia w eksperymencie badawczym był umieszczony tuż pod powierzchnią nurtu, tego typu informacja z dużym przybliżeniem określa skalę wielkości strat prędkości strugi cieczy na wlocie do konfuzora rury poziomej rekultywatora wody. Fakt znaczącego pomniejszenia wartości prędkości strugi wlotowej do systemu modelu rekultywatora wody potwierdza możliwość stosowania tego typu rozwiązania

w korycie rzeki lub ciekę wyłącznie przy znacznej prędkości masy strumienia oraz przy doborze parametrów pracy rekultywatora wody umożliwiających swobodny laminarny przepływ cieczy przez układ elementów roboczych.

PODSUMOWANIE

Opisany w niniejszej pracy eksperyment badawczy potwierdza możliwość zastosowania nowej koncepcji rewitalizacji wód w praktyce. Stopniowe wyprowadzanie wód ze stref głębiej położonych, obciążonych nadmiarem składników pokarmowych, do wód powierzchniowych nurtu może w przydatnych strefach koryta poprawić warunki bytowania ryb i innych organizmów wodnych. Na obecnym etapie prac naukowo-badawczych z zastosowaniem modelu rekultywatora wody niezbędne jest ściślejsze uwarunkowanie przepływu masy strumienia cieczy przez rurę poziomą i pionową urządzenia oraz maksymalizacja parametrów pracy rekultywatora wody w konkretnym odcinku rzeki lub ciekę. Dla uniknięcia nieścisłości pomiarowych w kolejnych pracach badawczych przewidziany jest pomiar objętości masy strumienia cieczy przepływającej przez model rekultywatora z zastosowaniem manometrów. Prace nad nową metodą rewitalizacji wód otwartych są w realizacji.

PIŚMIENNICTWO

- Bates G. G., Bates R. A., Bates S. B., 2001: Skimmer assembly. United States Patent, No. US 6,274,047 B1.
- Flizikowski J., Jankowski B., 2000: Urządzenie do napowietrzania i rozdrabniania zanieczyszczeń cieków wodnych. Opis patentowy PL 178268 B1. UP RP, ss. 4.
- Lossow K., Gawrońska H., 2000: Jeziora – rekultywacja, przegląd metod. Prz. Komunalny, 9 (108), 91–106.
- Olszewski P., 1973: Fünfzehn Jahre Experiment auf dem Krotowo-See, Verh. Internat. Verein. Limnol., 18.
- Pisarczyk D., 1995: Aerator wody. Opis patentowy PL 165781 B1. UP RP, ss. 4.
- Szczeniowski S., 1972: Fizyka doświadczalna, cz. I. PWN, Warszawa, s. 704.
- Yoshiyuki S., 2004: Purifying device. United States Patent Application Publication, No. US 2004/0112813 A1.
- Żbikowski A., Żelazo J., 1993: Ochrona środowiska w budownictwie wodnym. Materiały informacyjne Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Agencja Wydawnicza FALSTAFF, Warszawa, s. 156.

A CONCEPT OF RUNNING WATERS UTILISATION FOR WATER REVITALISATION

Summary. This paper presents a new concept of open waters revitalization, investigation stand as a water reclamation device model, liquid flow – through the model – measurement methods and basic parameters of the model. The presented data suggested practical use of water reclamation device for water quality improvements on sub bottom zones of rivers and watercourses.

Key words: water reclamation device, revitalization, running waters