



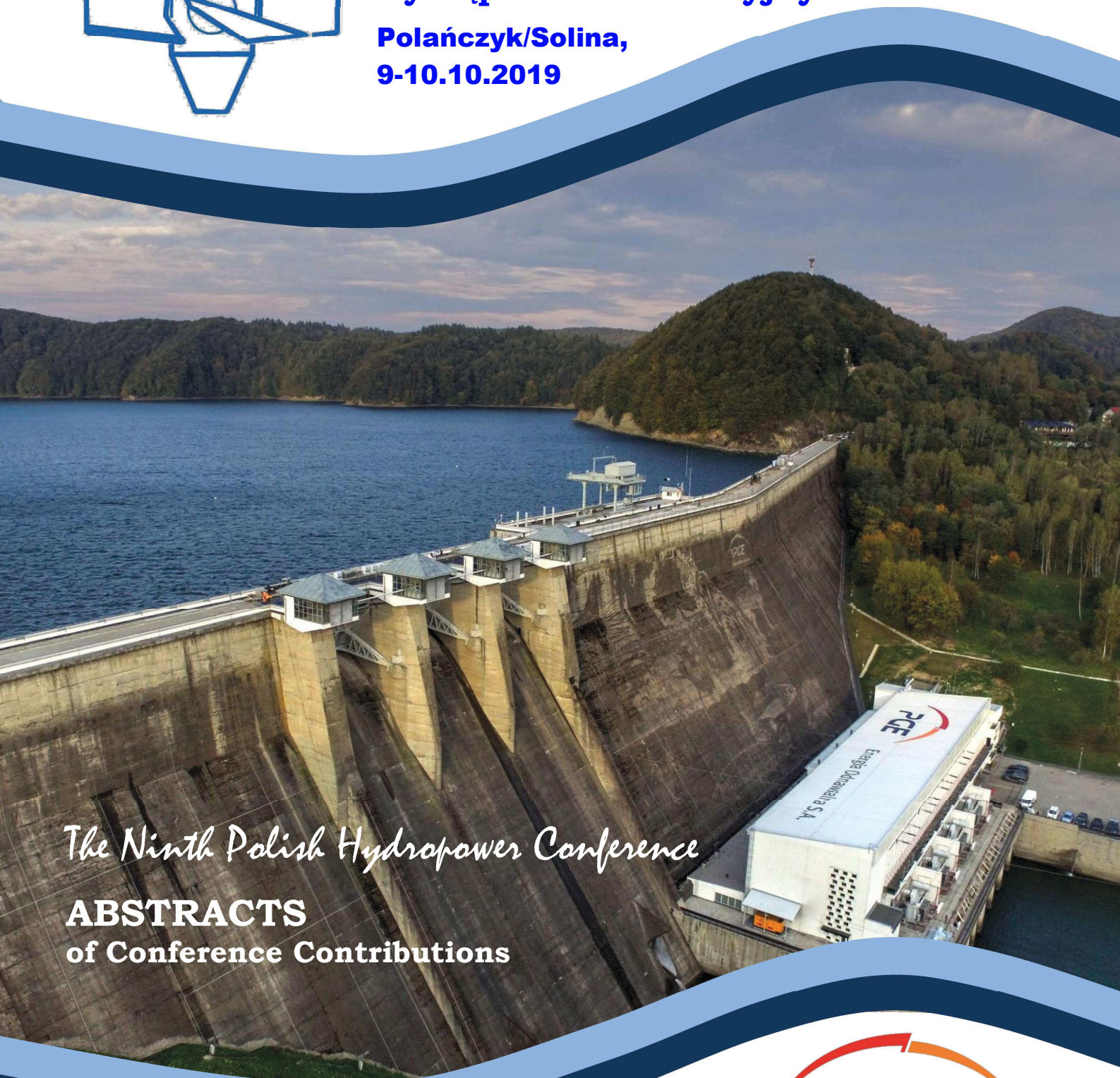
IX Polska Konferencja Hydroenergetyczna

STRESZCZENIA

wystąpień konferencyjnych

Polańczyk/Solina,

9-10.10.2019



The Ninth Polish Hydropower Conference

ABSTRACTS

of Conference Contributions



Energia Odnawialna S.A.

Towarzystwo Elektrowni Wodnych



Konferencja zorganizowana pod patronatem:

Ministra Energii

**Ministra Gospodarki Morskiej
i Żeglugi Śródlądowej**

A conference organised under patronage of Polish Ministers:

Minister of Energy

**Minister of Maritime Economy
and Inland Navigation**



MINISTERSTWO ENERGII



Nasi sponsorzy

Our sponsors



Energia Odnawialna S.A.



NeoStrain



inora PRZEDSIĘBIORSTWO REALIZACYJNE INORA® Sp. z o.o.

**Współpraca wydawnicza
i medialna**

**Editorial and media
collaboration**



*Dziewiąta
Polska Konferencja Hydroenergetyczna*

Polańczyk, Centrum Konferencyjne Atrium
Elektrownia Wodna Solina
9-10 października 2019

*The Ninth
Polish Hydropower Conference*

Polańczyk, Atrium Conference Centre
Solina Hydropower Plant
9-10 October 2019



zorganizowana wspólnie przez

Towarzystwo Elektrowni Wodnych

**Towarzystwo
Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych**

**Instytut Maszyn Przepływowych
im. Roberta Szewalskiego
Polskiej Akademii Nauk**

przy współpracy z

**PGE EO SA,
Oddział ZEW Solina-Myczkowce**

organised jointly by

Polish Hydropower Association

**Polish Association
for Small Hydropower Development**

**Robert Szewalski
Institute of Fluid-Flow Machinery
of the Polish Academy of Sciences**

under collaboration with

**PGE EO SA
Solina-Myczkowce HPP Group**

STRESZCZENIA
wystąpień konferencyjnych

ABSTRACTS
of Conference Contributions



**Wydawnictwo
Instytutu Maszyn Przepływowych
Polskiej Akademii Nauk**

Gdańsk, październik 2019

**Publishing House
of the Institute of Fluid-Flow Machinery
of the Polish Academy of Sciences**

Gdansk, October 2019

Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych
Polskiej Akademii Nauk
ul. Fiszera 14, 80-231 Gdańsk, Poland
tel. 58-52-25-141, fax: 58-341-61-44,
e-mail: redakcja@imp.gda.pl

© Copyright by Towarzystwo Elektrowni Wodnych, Reda 2019,
 Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk, Gdańsk 2019

ISBN 978-83-88237-92-8



INSTYTUT ENERGETYKI
ODDZIAŁ GDAŃSK

Druk i oprawa:
Instytut Energetyki Oddział Gdańsk
adres korespondencyjny:
ul. Mikołaja Reja 27, 80-870 Gdańsk

Spis treści

Przedmowa	1
Program konferencji	5
Streszczenia wystąpień konferencyjnych	
Sesja I: Stan, trendy i perspektywy rozwojowe energetyki wodnej w kraju i regionie	
1.1. J. Steller, E.Malicka: <i>Polska i Europa Wschodnia w Światowym Raporcie Rozwoju MEW</i> ..	11
1.3. M. Lewicki, J. Landau, W. Krajnik: <i>Perspektywy rozwoju energetyki wodnej Ukrainy w kontekście strategii rozwoju systemów energetycznych Ukrainy i Unii Europejskiej (EN)</i>	21
1.4. E. Kasiulis, L. Šilinis: <i>Usuwanie zapór w Krajach Bałtyckich: mission (im)possible? (EN)</i>	22
1.5. E. Malicka: <i>Jakie zmiany przyniósł małym elektrowniom wodnym rok 2019, a jakie przyniesie przyszły</i> ..	24
1.6. B.K. Puchowski: <i>20+ : co z elektrowniami wodnymi po zakończeniu okresu wsparcia? Studium przypadku – część pierwsza</i>	26
Sesja II: Mała energetyka wodna i odzysk energii w przemysłowych i komunalnych instalacjach hydraulicznych	
2.2. J. Steller, J.Tomalik: <i>Odzysk energii w hydraulicznych instalacjach przemysłowych i komunalnych</i>	27
2.3. A. Radzevičius, P. Punys, R.M. López Fernández, V.I. Serna González, J. Steller, J. Jagielska: <i>Internetowy atlas mikroinstalacji hydroenergetycznych w miejskich sieciach wodnych (EN)</i> .	29
Sesja III: Ochrona środowiska i gospodarowanie obiektami hydrotechnicznymi	
3.1 L. Jurevičius, L. Šilinis, P. Punys: <i>Optymalna eksploatacja dużego zbiornika hydroenergetycznego na przykładzie EW Kowno (EN)</i>	31
3.4 B.K. Puchowski: <i>Przeplawki dla ryb. Inny punkt widzenia - w poszukiwaniu kompromisu</i>	34
3.5 Ł. Kalina: <i>Aktywna przeplawka dla ryb – case study w warunkach polskich</i>	35
3.6 M. Puzdrowska, T.Heese: <i>Problem projektowania efektywnych przeplawek dla ryb w świetle najnowszych badań turbulencji przepływu strumienia wody</i>	36
Sesja V: Bezpieczeństwo urządzeń i infrastruktury hydrotechnicznej	
5.1 L. Opyrchal, A.Bąk: <i>Funkcja niezawodności i średni czas życia zapór</i>	39
5.2 L. Kwapisz, A. Adamkowski, M. Lewandowski: <i>Stan naprężeń w stalowych rurociągach hydroenergetycznych – wybrane zagadnienia</i>	41
5.3 M. Lewandowski, A.Adamkowski, S.Lewandowski: <i>Skutki i rozpoznane przyczyny niekontrolowanego zjawiska uderzenia hydraulicznego w układach przepływowych elektrowni wodnych</i>	44

Odzysk energii w hydraulicznych instalacjach przemysłowych i komunalnych

Janusz Steller

Instytut maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk
e-mail: steller@imp.gda.pl

Jarosław Tomalik

HydroErgia Sp. z o.o, Radwanice k/Wrocławia
e-mail: j.tomalik@hydroergia.pl

Wprowadzenie

Pozyskiwanie lub odzyskiwanie energii w ciągach technologicznych instalacji hydraulicznych ma długą historię, gdyż w warunkach zdrowej gospodarki rynkowej racjonalizacja zużycia energii ma istotne podstawy ekonomiczne. Była też zawsze elementem dobrej praktyki inżynierskiej [1÷4]. W przypadku prawidłowo zaplanowanej i zaprojektowanej instalacji można uzyskać tą drogą znacznie szybszy zwrot nakładów inwestycyjnych niż w przypadku typowej małej elektrowni wodnej. Obniżenie tą drogą kosztów eksploatacyjnych instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych pozwala zaś ograniczyć wysokość opłat za wodę ponoszonych przez miejscowych odbiorców. Dziś dodatkowym aspektem - zwłaszcza w przypadku krajów uzależnionych od paliw kopalnych - jest ograniczenie ich zużycia oraz związanych z tym szkodliwych emisji.

Warto zauważyć, że jedną z największych w Europie instalacji pozyskiwania energii z infrastruktury wodociągowej uruchomiono już w roku 1953. Elektrownia wodna Mühlau w Tyrolu wykorzystuje ponad 450-metrową różnicę poziomów między miejscem poboru wody z sztolni w górotworze nawadnianym lodowcem alpejskim, a podziemnym zbiornikiem wody pitnej dla Innsbrucku. Wyposażona jest w hydrozespół z turbiną Peltona o mocy instalowanej 6 MW dostarczający rocznie około 34 GWh energii elektrycznej [2, 3].

Technologia

Od strony technicznej podstawowym wymaganiem dla układu odzysku energii jest zachowanie dotychczasowej niezawodności instalacji głównej. W praktyce oznacza to, że przepływ można zawsze kierować albo przez układ rekuperacyjny albo omijając go. W niektórych przypadkach przerzut przepływu powinien odbywać się na tyle płynnie i szybko, by pozostać praktycznie niezauważony dla reszty obiegu hydraulicznego. Przykładem jest instalacja odzysku energii uruchomiona przez zespół IMP PAN w latach 90-tych na obejściu kotła ciepłowni miejskiej w Łomży. Uzyskanie odpowiednich parametrów wody obiegowej na wlocie do miejskiej sieci ciepłowniczej wymagało obniżenia temperatury wody za kotłem poprzez zmieszanie jej z wodą zimną sprzed kotła, której ciśnienie należało jednak wcześniej obniżyć [2,4,5].

W przypadku instalacji wody pitnej jeszcze ważniejszym wymaganiem jest pełne zabezpieczenie przed przedostawaniem się do wody jakichkolwiek zanieczyszczeń. Dlatego zaleca się, by elementy pozostające

w kontakcie z wodą wykonane były ze stali nierdzewnej oraz by maksymalnie ograniczyć lub wykluczyć stosowanie oleju smarnego i regulacyjnego.

W przypadku instalacji przemysłowych, ale także oczyszczalni ścieków i instalacji odsalających istotnym problemem może okazać się zabezpieczenie samego układu rekuperacyjnego przed uszkodzeniem abrazyjnym lub korozyjnym. Z uszkodzeniami abrazyjnymi można się liczyć także w instalacjach wody pitnej - przede wszystkim w przypadku poboru niefiltrowanej wody górskiej. Ze zjawiskami korozyjnymi - w przypadku pracy z czynnikami agresywnymi. W końcu w dość rzadkich przypadkach odzysku energii na dopływie do instalacji oczyszczania należy liczyć się z problemami utraty drożności całej instalacji, co wymaga odpowiednich działań zarówno na etapie projektowania, jak i eksploatacji. Podsumowanie wymagań w tym zakresie znaleźć można m.in. w [2,3].

W przypadku instalacji o przewidywanej mocy instalowanej powyżej kilkudziesięciu kW, jako maszynę rekuperacyjną stosuje się najczęściej klasyczną turbinę wodną. Przykładem krajowym może być uruchomiona jeszcze w 1959 roku EW Skawina, która została wyposażona w turbinę Kapłana o mocy 1,5 MW przewidzianą do pracy przy spadzie znamionowym 7,9 m. Elektrownia pracowała przez długie lata na zrzucie wody chłodzącej skraplacze turbin parowych w EC Skawina pod Krakowem. Długoletnia praca w trudnych warunkach (zanieczyszczona chemicznie woda o podwyższonej temperaturze i zerowa wysokość ssania) doprowadziła tu do prawie całkowitej degradacji układu przepływowego. Ostatecznie, po doraźnych remontach, właściciel zdecydował się na budowę nowego obiektu w tym samym miejscu.

Klasyczne turbiny Francisca stosowane są do odzysku energii w licznych instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w przemyśle chemicznym, gdzie redukcja ciśnienia bywa stosowana do odgazowywania cieczy [1, 4]. Liczne są też zastosowania w instalacjach wodociągowych. Spośród instalacji uruchamianych lub niedawno uruchomionych w Polsce warto wymienić oddaną w tym roku do prób ruchowych MEW Pomorzany z hydrozespołem o mocy 135 kW zainstalowanym na obejściu rurociągu zasilającego Szczecin w wodę pitną, ale także instalacje Toruńskich Wodociągów, gdzie w roku 2013 uruchomiono hydrozespół o mocy 69 kW na zrzucie wody z oczyszczalni ścieków [7] i Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Kraków, które w roku 2012 uruchomiło hydrozespół o mocy

290 kW w Stacji Uzdatniania Wody „Raba” w Dobczycach [8], a następnie - w roku 2015 - hydrozespół o mocy 85 kW w Oczyszczalni Ścieków Płaszów. Z dostępnych informacji wynika, że na tym terenie niewykluczone są dalsze inwestycje.

W przypadku mocy poniżej 100 kW dobrą alternatywą dla turbin Franciszki mogą być pompy w ruchu turbiny (ang. *Pump as Turbine, PaT*) – zwłaszcza pompy odśrodkowe i helikoidalne. Badania w tym kierunku prowadzone były od dawna w wielu ośrodkach – w latach 80-tych i 90-tych ubiegłego stulecia również na Politechnice Śląskiej i w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN (IMP PAN) [9]. Osiągane sprawności mieszczą się zwykle w zakresie 70 do 80 %, co uzasadnia ich stosowanie w sytuacji, gdy cena hydrozespołu jest główną przesłanką dla podjęcia decyzji o inwestycji. Sprawność tę można podwyższyć wprowadzając niewielkie modyfikacje geometrii układu przepływowego. Dotychczas istotną wadą stosowania pomp w ruchu turbinowym była dość stroma charakterystyka sprawnościowa, co w przypadku pracy poza punktem optymalnym mogło zdecydowanie zaniżyć produkcję. Dziś dobrym remedium okazuje się zastosowanie układu ze zmienną szybkością obrotową. Taki właśnie układ o mocy znamionowej 35 kW, wyposażony dodatkowo w baterię magazynu energii, jest właśnie uruchamiany w stacji uzdatniania wody Porma w mieście Leon (Hiszpania), jako instalacja demonstracyjna projektu Komisji Europejskiej Life-NEXUS [10]. Układ zastąpi dotychczas stosowany tu zawór redukcyjny. Zakłada się, że energia pochodząca z odzysku oraz z baterii słonecznych pokryje potrzeby energetyczne stacji.

Lokalizacje i potencjał

Lokalizacjami typowanymi do odzysku energii są miejsca technologicznie niezbędnej redukcji ciśnienia, wloty i wyloty zbiorników oraz zrzuty wody do rzek lub zbiorników naturalnych. Zakłada się wstępnie, że układy rekuperacyjne mogą zastąpić dotychczasowe reduktory ciśnienia - zawory redukcyjne (PRV) i reduktory zbiornikowe (BPT). Zrzuty wody mogą pochodzić z oczyszczalni komunalnych, jak i przemysłowych. Osobną grupę tworzą zrzuty wody chłodzącej z elektrowni ciepłych. Na możliwości istniejące w tym ostatnim zakresie wskazywano już w [1].

W ramach projektu Life NEXUS uzupełniana jest wciąż baza danych o lokalizacjach, stanowiących potencjalne miejsca odzysku energii hydraulicznej, a także miejscach, gdzie taki odzysk już się odbywa [10]. Krokiem następnym jest wytypowanie lokalizacji, dla których opracowana zostanie wstępna koncepcja instalacji odzysku energii, obejmująca dobór hydrozespołu i szacunkową ocenę ekonomiczną. Dokonywane są już pierwsze ustalenia w tym zakresie.

Podziękowania

Niniejszy tekst jest streszczeniem wystąpienia konferencyjnego przygotowanego w ramach projektu Life Nexus (LIFE 17 ENV/ES/000252) finansowanego z instrumentu finansowego Komisji Europejskiej Life. Za stałą pomoc w pracy wyrazi podziękowania należą

się p. Stanisławowi Lewandowskiemu, prezesowi honorowemu Towarzystwa Elektrowni Wodnych.

Przywołania

1. **Steller K.:** *Zastosowanie wirowych maszyn hydraulicznych do odzysku energii w procesach przemysłowych*. HYDROFORUM'80. Porąbka-Kozubnik 1980, Materiały Konferencyjne, s.385-396
2. **Choulot A. (Ed.):** *Energy recovery in existing infrastructures with small hydropower plants - Multipurpose schemes. Overview and examples*, MhyLab/ESHA, Moncherand, Switzerland, 2011
3. **Choulot A., Denis V., Punys P.:** *Integration of small hydro turbines into existing water infrastructures*, [in:] H. Samadi-Boroujeni (Ed.): "Hydropower - Practice and Application", InTech 2012, pp.239-276
4. **Klein M., Łojek A.:** *Maszyna rekuperacyjna jako reduktor ciśnienia w instalacjach przemysłowych*. Trans. IFFM, 1996, No.101, pp. 141-153
5. **Steller J., Adamkowski A., Stankiewicz Z., Łojek A., Rduch J., Zarzycki M.:** *Pumps as turbines for hydraulic energy recovery and small hydropower purposes in Poland*. Proc. of the Int. Conference Hidroenergia, Paper 4B07, Bled, Slovenia, June 12-13, 2008
6. **Kraftwerk Mühlau.** *Trinkwasser- und Naturstromkraftwerk*, <https://www.ikb.at/unternehmen/kraftwerke/kraftwerk-muehlau>
7. **Tomalik J.:** *Turbina Franciszka jako instalacja odzysku energii*. Energetyka Wodna 1/2016, s.47-49
8. **Żaba T., Langer A.:** *Odzysk energii na rurociągu magistralnym zasilającym krakowski system zaopatrzenia w wodę*. Energetyka Wodna 2/2013, s.37-41
9. **Steller K.:** *Pompy jako turbiny wodne*. Zeszyt Naukowy IMP PAN nr 297/1262/90
10. **López Fernández R.M., Serna González V.I., Punys P., Radzevičius A., Steller J., Jagielska J.:** *Web-based Atlas of Micro-Hydro Inventory in Urban Water Networks*. PKH HYDROFORUM 2019, Polańczyk/Solina, 9/10.10.2019, Streszczenia wystąpień konferencyjnych, Wyd. IMP PAN, s.

Autorzy

Janusz Steller, dr n.t., w roku 1977 ukończył studia na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Gdańskiego w specjalności fizyka teoretyczna. Od tego czasu jest pracownikiem Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, który w roku 1984 nadał mu stopień doktora nauk technicznych. Obecnie główny specjalista w Ośrodku Hydrodynamiki IMP PAN. Prezes Zarządu Towarzystwa Elektrowni Wodnych (TEW). Główne zainteresowania zawodowe obejmują kawitację i erozję kawitacyjną, eksploatację i projektowanie maszyn hydraulicznych, związane z powyższymi zagadnieniami metody badań terenowych i laboratoryjnych, ogólne problemy rozwoju sektora energetyki wodnej

Jarosław Tomalik, dr inż., ukończył Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej w roku 2005. W 2014 roku uzyskał tytuł doktor nauk technicznych na tym samym wydziale. Od 2006 nauczyciel akademicki kursów m.in. „Turbiny wodne” i „Energetyka Wodna” na Politechnice Wrocławskiej”. Konstruktor turbin wodnych. Autor lub współautor 10 publikacji naukowych, wielu koncepcji elektrowni wodnych, ekspertyz, operatów wodnoprawnych oraz raportów oddziaływania na środowisko. Obecnie Prezes Zarządu Hydroergia Sp. z o.o. – producenta turbin wodnych.