

3-cie Międzynarodowe
Targi Energii Odnawialnej i Efektywności Energetycznej

RENEXPO Poland

Warszawskie Centrum EXPO XXI, 16-17/10/2013



Polish Hydropower Conference

Hydropower status and outlook in Poland and Europe

EXPO XXI Center Warsaw, October 16th, 2013

Polska Konferencja Hydroenergetyczna

Dziś i jutro energetyki wodnej w Polsce i w Europie

Warszawskie Centrum EXPO XXI,
16 października 2013

STRESZCZENIA wystąpień konferencyjnych

**ABSTRACTS
of Conference Contributions**



Commercial Section

Organizatorzy Konferencji / Conference Organisers

- **Towarzystwo Elektrowni Wodnych (TEW),**
Polish Hydropower Association
adres korespondencyjny, *corresponding address:*
ul. Piaskowa 18, 84-240 Reda, www.tew.pl, biuro@tew.pl
- **Instytut Maszyn Przepływowych im. Prof. R. Szewalskiego PAN (IMP PAN)**
The Szewalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences
ul. Fiszer 14, 80-231 Gdańsk, www.imp.gda.pl, steller@imp.gda.pl
- **Ambasada Królestwa Norwegii, Dział Handlowy**
The Royal Norwegian Embassy, Commercial Section
WARTA TOWER, Chmielna 85/87, 00-805 Warsaw
www.amb-norwegia.pl, ewa.kwast@innovationnorway.no
- **REECO Poland Sp. z O.O.**
ul. Bartycka 22B/21A, 00-716 Warszawa

Współpraca / Collaboration

- **Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych (TRMEW)**
Polish Association for Small Hydropower Development
ul. Królowej Jadwigi, 86-300 Grudziądz, www.trmew.pl, biuro@trmew.pl
- **„Energetyka Wodna”,**
Instytut OZE Sp. z O.O., ul. Staszica 1/115, 25-008 Kielce
www.energetykawodna.info, redakcja@energetykawodna.info
- **Wydawnictwo IMP PAN / IMP PAN Publishers**
ul. Fiszer 14, 80-231 Gdańsk, <http://www.imp.gda.pl/wydawnictwa/>, jfrk@imp.gda.pl

Komitety Honorowy / Honorary Committee

Jarosław Mikieliewicz	Członek rzeczywisty PAN, <i>Full Member of the Pol.Ac.Sci.</i> ; IMP PAN, Dyrektor Instytutu, <i>Managing Director</i>
Andrzej Grześ	TRMEW, Prezes/ <i>President</i> ;
Janusz Herder	TEW, Prezes/ <i>President</i> ; Elektrownie Wodne Sp. z O.O. (Grupa ENEA), Prezes/ <i>President</i>
J.E. Karsten Klepsvik	Ambasador Królestwa Norwegii w Warszawie <i>Royal Norwegian Ambassador in Warsaw</i>

Komitety Organizacyjny / Organising Committee

Małgorzata Bartkowski	REECO Poland Sp. z O.O., Prokurent, Project Manager
Karol Felicjancik	IMP PAN, asystent / <i>Research Assistant</i>
Julitta Jagielska	Punkt Konsultacyjny Energetyki Wodnej TEW <i>TEW Hydropower Consulting Office</i>
Michał Kubecki	TRMEW, Sekretarz Zarządu / <i>Secretary of the Board</i> ; Instytut OZE Sp. z O.O., Dyrektor / <i>Director</i> "Energetyka Wodna", redaktor naczelny / <i>Chief Editor</i>
Ewa Kwast	Ambasada Królestwa Norwegii, Dział Handlowy <i>The Royal Norwegian Embassy, Commercial Section</i>
Stanisław Lewandowski	Prezes Honorowy i Pełnomocnik Zarządu TEW, <i>TEW Honorary President and Board Plenipotentiary</i>
Henryka Stachowicz	TEW, Dyrektor Biura / <i>Executive Director</i>
Janusz Steller	TEW, Wiceprezes / <i>Deputy President</i> ; IMP PAN
Katarzyna Trojanowska	TEW; ENERGA Hydro Sp. z O.O.

Trzecie Międzynarodowe Targi Energii Odnawialnej
i Efektywności Energetycznej

RENEXPO Poland

Warszawskie Centrum EXPO XXI, 16/17 października 2013
ul. Gen. I. Prądzyńskiego 12/14, Warszawa

Polska Konferencja Hydroenergetyczna

**Dziś i jutro energetyki wodnej
w Polsce i w Europie**

STRESZCZENIA
wystąpień konferencyjnych



Gdańsk/Warszawa, 16 października 2013

The Third International Fair
for Renewable Energy and Energy Effectiveness

RENEXPO Poland

EXPO XXI Center Warsaw, October 16th, 2013
ul. Gen. I. Prądzyńskiego 12/14, Warsaw, Poland

Polish Hydropower Conference

Hydropower status and outlook in Poland and Europe

ABSTRACTS of Conference Contributions



Gdansk/Warsaw, October 16th, 2013

Spis treści

Przedmowa	1
Program konferencji	3
Streszczenia	
Sesja I: Administracyjno - prawne, środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania energetyki wodnej w Polsce i w Europie	
1.1. K.Trojanowska, S.Lewandowski: <i>Elektrownie wodne - hobby czy biznes?</i>	7
1.2. Ł.Tomaszewski: <i>Założenia zoptymalizowanego mechanizmu wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii</i>	9
1.3. R.Koropis: <i>Analiza rentowności MEW do 1 MW w aspekcie likwidacji systemu wsparcia</i>	10
1.4. A.Grześ: <i>Sytuacja na rynku energii elektrycznej i świadectw pochodzenia, a dalszy rozwój MEW w Polsce</i>	12
1.5. P.Ciołkowski: <i>Gwarancje pochodzenia - nowe możliwości poprawy rentowności energetyki wodnej</i>	13
1.6. R.H.Josefsen: <i>Umowa prawna i topologia przyłączania rozproszonych źródeł energii. Procedura i wytyczne (EN)</i>	14
1.7. K.Eftevand: <i>Hydroenergetyka w Norwegii. Procedury licencyjne oraz nadzór środowiskowy</i>	16
Sesja II: Nie tylko produkcja energii elektrycznej - czyli co ma do zaoferowania energetyka wodna	
2.1. W.Majewski: <i>Hydroenergetyczne wykorzystanie dolnej Wisły</i>	17
2.2. E.Malicka: <i>RESTOR Hydro – podsumowanie pierwszego roku realizacji projektu</i>	19
2.3. E.Boretzki: <i>Energetyka wodna a ekologia – przez dialog do celu</i>	21
2.5. S.Lewandowski, A.Adamkowski, M.Lewandowski: <i>Potencjalne możliwości magazynowania energii w krajowej energetyce wodnej</i>	23
2.7. S.Lewandowski, E.Ostajewski: <i>Aktualny stan gotowości elektrowni wodnych do pełnienia roli źródeł rozruchowych w systemie elektroenergetycznym</i>	24
Sesja III: Energetyka wodna w poszukiwaniu swojej szansy- debata panelowa	
3. S.Lewandowski: <i>Założenia do dyskusji panelowej</i>	27
Sesja IV: Doświadczenia z projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni wodnych - dobre praktyki, wnioski z niepowodzeń, nowe rozwiązania techniczne	
4.1. R.Storbekk: <i>Modułowa koncepcja standaryzowanych niskospadowych elektrowni wodnych (EN)</i>	29
4.2. J.Steller, K.Felicjancik, A.Henke, W.Janicki, Z.Krzemianowski: <i>Badania małych hydrozespółów niskospadowych - metodyka i doświadczenia praktyczne z polskich elektrowni wodnych</i>	30
4.3. A.Błaszczyk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki: <i>Ustalenie przyczyn pulsacji układu regulacji turbiny i sposób ich likwidacji</i>	32

4.4.	A.Błaszczuk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki: <i>Remont hydrozespołu Kaplana. Modernizacja układu regulacji</i>	34
4.5.	P.Szulc, J.Plutecki: <i>Możliwości wykorzystania przepływu biologicznego do produkcji energii elektrycznej</i>	36
4.6.	J.Plutecki, J.Tomalik: <i>Analiza powstawania odskoku hydraulicznego podczas przepuszczania wód powodziowych</i> ..	39

Sesja V: Hydrozespoły dla małej energetyki wodnej

5.1.	M.Hajdarowicz, A.Łojek, M.Kaniecki: <i>Modernizacje hydrozespołów wyposażonych w turbiny bliźniacze typu Francisa</i>	41
5.2.	A.Adamkowski, A.Henke, A.Góralczyk, M.Kaniecki: <i>Rurowa turbina Kaplana na niskie spady - badania modelowe i opracowanie typoszerogu</i> ..	42
5.3.	J.Tomalik, M.Klein: <i>Projektowanie rury ssącej dla nowej turbiny szybkoobrotowej podczas modernizacji młyna wodnego Witkowice. Kompromis między optymalizacją rury ssącej, a ingerencją w istniejącą budowlę MEW</i>	45

Contents

Foreword	1
Conference programme	3
Abstracts	
Session I: Legal, procedural, environmental and economic constraints of the hydropower sector	
1.1. K.Trojanowska, S.Lewandowski: <i>Hydropower plants - hobby or business?</i> (PL)	7
1.2. Ł.Tomaszewski: <i>Assumptions of an optimised support mechanism for producers of electricity out of renewable energy sources</i> (PL)	9
1.3. R.Koropis: <i>Profitability of small hydro power plants with capacity up to 1 MW in view of possible abolition of the support mechanism</i> (PL)	10
1.4. A.Grześ: <i>Current situation at the markets of electrical energy and certificates of origin and the further development of small hydro in Poland</i> (PL).....	12
1.5. P.Ciołkowski: <i>Guarantees of origin - a new opportunity for increasing profitability of the hydropower sector</i> (PL)	13
1.6. R.H.Josefsen: <i>Legal contract and topology for connection of DG. Process and guidelines</i>	14
1.7. K.Eftevand: <i>Hydro Power in Norway – environmental aspects in licensing procedure and the follow up supervision</i> (PL)	16
Session II: Not only electricity generation or what is the hydropower offer nowadays	
2.1. W.Majewski: <i>Harnessing the hydropower potential of Lower Vistula.</i> (PL)	17
2.2. E.Malicka: <i>RESTOR Hydro – project summarisation after the first year of implementation</i> (PL).....	19
2.3. E.Boretzki: <i>Hydropower and ecological concerns</i> (PL)	21
2.5. S.Lewandowski, A.Adamkowski, M.Lewandowski,: <i>Potential energy storage capabilities of the Polish hydropower sector</i> (PL)	23
2.7. S.Lewandowski, E.Ostajewski: <i>The current state of readiness of Polish hydropower plants to act as the electrical power system start-up sources</i> (PL).....	24
Session III: Panel debate - Hydropower in search of opportunities for the sector	
3. S.Lewandowski: <i>Key issues for the panel discussion</i> (PL)	27
Session IV: Experience in design, erection and operation of hydropower plants – good practices, lessons learnt, novel technical solutions	
4.1. R.Storbekk: <i>Modularized and standardized concept for low head hydropower plants</i>	29
4.2. J.Steller, K.Felicjancik, A.Henke, W.Janicki, Z.Krzemianowski: <i>Field tests of small low head hydraulic units - methodology and practical expertise from Polish hydropower plants</i> (PL)	30
4.3. A.Błaszczuk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki: <i>Establishing the reasons for fluctuation of a turbine control system fluctuations and the method of its removal</i> (PL)	32

4.4.	A.Błaszczuk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki: <i>A Kaplan unit overhaul. An upgrade to the control system (PL)</i>	34
4.5.	P.Szulc, J.Plutecki: <i>Possibilities of using the residual flow for electricity generation (PL)</i>	36
4.6.	J.Plutecki, J.Tomalik: <i>Analysis of the hydraulic jump occurrence when passing the flood waters (PL)</i>	39

Session V: Hydraulic units for the small hydro sector

5.1.	M.Hajdarowicz, A.Łojek, M.Kaniecki: <i>Rehabilitation of hydraulic units with twin Francis turbines (PL)</i>	41
5.2.	A.Adamkowski, A.Henke, A.Góralczyk, M.Kaniecki: <i>A low head tubular Kaplan turbine - model tests and development of a series of types (PL)</i> ..	42
5.3.	J.Tomalik, M.Klein: <i>Development of a new high speed turbine draft tube as a part of the Witkowice water mill rehabilitation. A compromise between the draft tube optimisation and interference into the existing SHP civil engineering structure (PL)</i>	45

Przedmowa

Doroczne konferencje hydroenergetyczne towarzyszące targom RENEXPO Poland zapoczątkowane zostały Spotkaniem Walidacyjnym Projektu SHP STREAMMAP i konferencją programową p.t. *Dziś i jutro energetyki wodnej w Polsce i w Unii Europejskiej* w roku 2011. SHP STREAMMAP był projektem Komisji Europejskiej koordynowanym przez Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej (ESHA). Z tego powodu, konferencja ta miała charakter międzynarodowy.

Konferencje hydroenergetyczne RENEXPO Poland weszły już do kalendarza corocznych debat na temat kondycji i perspektyw rozwojowych polskiej energetyki wodnej. Stały się także platformą żywej wymiany informacji i opinii o aktualnych projektach inwestycyjnych i prowadzonych pracach badawczo-rozwojowych. Tym samym nawiązaliśmy do tradycji konferencji naukowo-technicznych HYDROFORUM, organizowanych w przeszłości przez Instytut Maszyn Przepływowych PAN (IMP PAN) i Towarzystwo Elektrowni Wodnych (TEW). Wspomniana tradycja jest także powodem, dla którego w roku bieżącym organizowane przez nas spotkania zaczęliśmy określać mianem *Polska konferencja hydroenergetyczna*.

Konferencje hydroenergetyczne RENEXPO Poland organizowane są wspólnie przez TEW i IMP PAN oraz firmę REECO Poland Sp. z O.O. - organizatora targów RENEXPO w krajach Europy Środkowej. Od samego początku współpracujemy z Towarzystwem Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych (TRMEW), wydawcą kwartalnika "Energetyka Wodna". W roku bieżącym do grona organizatorów konferencji dołączył Dział Handlowy Ambasady Królestwa Norwegii. Jest to bezpośrednie następstwo podpisanego wiosną listu intencyjnego w sprawie współpracy z TEW oraz wspólnego seminarium TEW i Norweskiego Zarządu Zasobów Wodnych i Energii (NVE) na początku czerwca tego roku. Dzięki zaangażowaniu Ambasady tegoroczna konferencja nabrała charakteru międzynarodowego.

Niniejszy zeszyt zawiera streszczenia 21 spośród 23 zgłoszonych referatów, a także wprowadzenie do dyskusji panelowej "Energetyka wodna w poszukiwaniu swojej szansy". W dyskusji tej zamierzamy podjąć między innymi sprawę optymalizacji procedur administracyjnych i środowiskowych, możliwości wykorzystania użytkowanych niegdyś stopnie wodny dla potrzeb mikroinstalacji hydroenergetycznych, a także temat niedocenianych często świadczeń elektrowni wodnych dla systemu elektroenergetycznego i gospodarki wodnej. Zastanowimy się, czy świadczenia te mogą stać się istotnym źródłem przychodów dla przedsiębiorstw energetyki wodnej. Jest to temat szczególnie gorący w obliczu planowanych cięć we wsparciu dla całego sektora OZE. Do stołu panelowego zaprosiliśmy reprezentantów przedsiębiorstw energetycznych i operatora sieci elektroenergetycznej, a także specjalistów z zakresu gospodarki wodnej i ochrony środowiska oraz mediów śledzących sytuację krajowej gospodarki. Liczymy na aktywny udział uczestników Konferencji, którzy w tym czasie będą obecni na sali obrad. Dyskusja będzie rejestrowana i po uzyskaniu zgody autorów może być przedmiotem publikacji. Wystąpienia wprowadzające przewidzieliśmy podczas sesji przedpołudniowych. W programie znajdują się także wystąpienia dotyczące zmieniającej się sytuacji energetyki wodnej w Polsce oraz doświadczeń w zakresie stosowania procedur środowiskowych w Norwegii i Niemczech.

Wszystkie referaty techniczne zostaną wygłoszone podczas sesji popołudniowych. Przedmiotem naszego zainteresowania będą doświadczenia z projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni wodnych oraz zagadnienia związane z budową i badaniami hydrozespołów dla małej energetyki wodnej.

Podobnie jak w ubiegłym roku, dzięki współpracy z kwartalnikiem "Energetyka Wodna" i Wydawnictwem IMP PAN mamy zamiar doprowadzić także do publikacji przynajmniej części wystąpień konferencyjnych. Przedstawione prezentacje zostaną - za zgodą autorów - udostępnione wszystkim uczestnikom konferencji ze strony internetowej targów RENEXPO.

Komitety Organizacyjny Konferencji wyraża serdeczne podziękowanie wszystkim osobom, firmom i instytucjom, które wsparły przygotowanie Konferencji swoim zaangażowaniem merytorycznym, organizacyjnym i finansowym. Wszystkim Uczestnikom dziękujemy za obecność oraz życzymy satysfakcji z udziału w obradach.

Dr Janusz Steller

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
Konferencji Hydroenergetycznej RENEXPO Poland 2013

Gdańsk, 7 października 2013

Foreword

The annual hydropower conferences accompanying RENEXPO Poland Fairs have been initiated by the SHP STREAMMAP Project Validation Workshop and the programme conference *Hydropower status and outlook in Poland and the European Union* held in 2011. The SHP STREAMMAP was an ESHA co-ordinated project of the European Commission. Due to this reason the conference mentioned was an international one.

The RENEXPO Poland hydropower conferences have already entered the annual calendar of debates on the condition and development prospects of the Polish hydropower sector. They are also considered a platform of a lively exchange of information and opinions on the current investment projects and research and development activities. In such a way we continue the tradition of the HYDROFORUM techno-scientific conferences, organised in the past by the Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences (IMP PAN) and the Polish Hydropower Association (TEW). This tradition is also the reason, why we have started to use the official name of *Polish Hydropower Conferences* for the series of these events.

The RENEXPO Poland hydropower conferences are organised jointly by TEW, IMP PAN and the REECO Poland Sp. z O.O. company – an organiser and the host of the RENEXPO Fair in the Central Europe area. Since the very beginning we collaborate with the Polish Association for Development of Small Hydropower Plants (TRMEW), a publisher of the "Energetyka Wodna" quarterly. This year the group of Conference organisers has been joined by the Commercial Section of the Royal Norwegian Embassy in Warsaw. This is a direct consequence of the letter of intent on collaboration with TEW and a joint seminar of TEW and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) held in the beginning of June this year. Thanks to engagement of the Norwegian Embassy, this year conference is again an international event.

The Conference Programme comprises 23 presentations and a panel discussion *Hydropower in search of opportunities for the sector*. 21 abstracts of conference contributions and an introduction into the panel discussion are included in this bulletin. The discussion will cover the problem of optimising the administrative and environmental procedures, possibilities to reuse the old stages of fall for the purposes of hydropower micro-installations and the often underestimated significance of hydropower services for the electrical power grid and water management. We'll consider increasing significance of these services as a source of income for the hydropower enterprises. This is as an extremely hot topic today in view of planned cuts in the support of the whole RES sector in Poland. Representatives of the power industry enterprises and the power grid operator as well as specialists on water management, environmental protection and relevant media have been invited to the discussion table. Conference participants present in the conference room are invited to join the debate. The discussion will be recorded and may be subject of publication if authorised by the speakers. Introductory contributions are planned for the morning sessions. The programme includes contributions on the varying hydropower situation in Poland as well as experience in practical implementation of environmental procedures in Norway and Germany.

All technical contributions will be presented in the afternoon sessions. Our interest will be focused on practical expertise following from design, erection and operation of hydropower plants as well as problems linked with design and testing of small hydro units.

Following the last year practice we are going to take advantage of our collaboration with the "Energetyka Wodna" quarterly and the IMP PAN Publishers in order to publish at least a part of the contributions in form of regular papers or technical communications. With authors' consent the presentations delivered will be made available for all the Conference Participants at the RENEXPO Fair website.

The Conference Organising Committee expresses its sincere thanks to all persons, companies, institutions and other organisations that have rendered their support to this conference with an expert, organising and financial effort. It is our pleasure to appreciate high appearance at our event and to wish all Conference Participants a profound satisfaction out of joining the debate.

Dr Janusz Steller

Chairman of the RENEXPO Poland 2013 Hydropower Conference
Organising Committee

Gdansk, October 7th, 2013

PROGRAM KONFERENCJI

Warszawa, Centrum EXPO XXI, Sala B, 16 października 2013

Sesje I-III

8:30 Powitanie uczestników i otwarcie obrad

Sesja I: Administracyjno - prawne, środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania energetyki wodnej w Polsce i w Europie

Obrady prowadzi: **Janusz Herder**, Prezes Zarządu TEW i spółki Elektrownie Wodne Sp. z O.O. (Grupa ENEA)

- 8:45 K.Trojanowska (TEW/Energa Hydro), S.Lewandowski (TEW/Hydroconsult):
Elektrownie wodne - hobby czy biznes?
- 9:00 Ł.Tomaszewski (MG): ***Założenia zoptymalizowanego mechanizmu wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii***
- 9:15 R.Koropis (TRMEW):
Analiza rentowności MEW do 1 MW w aspekcie likwidacji systemu wsparcia
- 9:30 A.Grześ (TRMEW): ***Sytuacja na rynku energii elektrycznej i świadectw pochodzenia, a dalszy rozwój MEW w Polsce***
- 9:45 P.Ciołkowski (CMS C.McKenna & D.Greszta SK): ***Gwarancje pochodzenia - nowe możliwości poprawy rentowności energetyki wodnej***
- 10:15 K.Eftevand (NVE): ***Hydroenergetyka w Norwegii. Procedury licencyjne oraz nadzór środowiskowy***

10:30 - 11:30 Otwarcie targów RENEXPO Poland 2013

Sesja II: Nie tylko produkcja energii elektrycznej - czyli co ma do zaoferowania energetyka wodna

Obrady prowadzi: **Bogusław K. Puchowski**, Członek Zarządu TRMEW

- 11:30 W.Majewski (IMGW): ***Hydroenergetyczne wykorzystanie dolnej Wisły***
- 11:45 E.Malicka (TRMEW):
RESTOR Hydro – podsumowanie pierwszego roku realizacji projektu
- 12:00 E.Boretzki (Green Heritage Wasserkraft GmbH):
Energetyka wodna a ekologia - przez dialog do celu
- 12:15 P.Walko (PGE EO O/ZEW Solina-Myczkowce):
Regulacja stosunków wodnych przez elektrownie zbiornikowe
- 12:30 S.Lewandowski (TEW/Hydroconsult), A.Adamkowski, M.Lewandowski (IMP PAN),:
Potencjalne możliwości magazynowania energii w krajowej energetyce wodnej
- 12:45 J.Wójcik (ZEW Niedzica): ***Wykorzystanie elektrowni wodnych do zaopatrzenia ludności lokalnej w energię elektryczną***
- 13:00 S.Lewandowski (Hydroconsult), E.Ostajewski (EKOEN):
Aktualny stan gotowości elektrowni wodnych do pełnienia roli źródeł rozruchowych w systemie elektroenergetycznym

13:15 - 14:15 Przerwa obiadowa

Sesje IV-V

14:15 - 15:30 **Sesja III: Dyskusja panelowa**
"Energetyka wodna w poszukiwaniu swojej szansy"
 Obrady prowadzi: **Stanisław Lewandowski**, Prezes Honorowy i Pełnomocnik Zarządu TEW

15:30 - 15:45 **Przerwa kawowa**

Sesja IV: Doświadczenia z projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni wodnych
- dobre praktyki, wnioski z niepowodzeń, nowe rozwiązania techniczne
 Obrady prowadzi: Prof. dr hab. inż. **Wojciech Majewski** (IMGW PIB)

- 15:45 R.Storbekk (*Norwegian Hydropower AS*): **Modułowa koncepcja standaryzowanych niskospadowych elektrowni wodnych** (EN)
- 16:00 J.Steller, K.Felicjancik, A.Henke, W.Janicki, Z.Krzemianowski (*IMP PAN*):
Badania małych hydrozespołów niskospadowych
- metodyka i doświadczenia praktyczne z polskich elektrowni wodnych
- 16:15 A.Błaszczuk, A.Papierski (*IMP PŁ / HYDRO-POMP*),
 G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki (*HYDRO-POMP*):
Ustalenie przyczyn pulsacji układu regulacji turbiny i sposób ich likwidacji
- 16:30 A.Błaszczuk, A.Papierski (*IMP PŁ / HYDRO-POMP*),
 G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki (*HYDRO-POMP*):
Remont hydrozespołu Kaplana. Modernizacja układu regulacji
- 16:45 P.Szulc, J.Plutecki (*Pol. Wrocławska*): **Możliwości wykorzystania przepływu biologicznego do produkcji energii elektrycznej**
- 17:00 J.Plutecki (*Pol. Wrocławska*), J.Tomalik (*Hydroergia*): **Analiza powstawania odskoku hydraulicznego podczas przepuszczania wód powodziowych**

17:00 - 17:15 **Przerwa kawowa**

Sesja V: Hydrozespoły dla małej energetyki wodnej
 Obrady prowadzi: Prof. dr inż. **Janusz Plutecki** (Politechnika Wrocławska)

- 17:30 M.Hajdarowicz, A.Łojek, M.Kaniecki (*ZRE Gdańsk*):
Modernizacje hydrozespołów wyposażonych w turbiny bliźniacze typu Francis
- 17:45 A.Adamkowski, A.Henke, A.Góralczyk (*IMP PAN*), M.Kaniecki (*ZRE Gdańsk*):
Rurowa turbina Kaplana na niskie spady
- badania modelowe i opracowanie typoszerogu
- 18:00 J.Tomalik, M.Klein (*Hydroergia*): **Projektowanie rury ssącej dla nowej turbiny szybkobieżnej podczas modernizacji młyna wodnego Witkowice. Kompromis między optymalizacją rury ssącej, a ingerencją w istniejącą budowlę MEW**

18:15 **Zamknięcie obrad**

CONFERENCE PROGRAMME

Warsaw, EXPO XXI Center, Room B, October 16th 2013

Sessions I-III

8:30 Welcome addresses and opening of the Conference	
Session I: Legal, procedural, environmental and economic constraints of the hydropower sector	
Chairman: Janusz Herder , President of the TEW and Elektrownie Wodne Sp. z O.O. (ENEA Group) Boards	
8:45	S.Lewandowski (TEW/Hydroconsult), K.Trojanowska (TEW/Energa Hydro): Hydropower plants - hobby or business? (PL)
9:00	Ł.Tomaszewski (MG): Assumptions of an optimised support mechanism for producers of electricity out of renewable energy sources (PL)
9:15	R.Koropis (TRMEW): Profitability of small hydro power plants with capacity of up to 1 MW in view of possible abolition of the support mechanism (PL)
9:30	A.Grześ (TRMEW): Current situation at the markets of electrical energy and certificates of origin and the further development of small hydro in Poland (PL)
9:45	P.Ciołkowski (CMS C.McKenna & D.Greszta SK): Guarantees of origin - a new opportunity for increasing profitability of the hydropower sector? (PL)
10:15	K.Eftevand (NVE): Hydro Power in Norway – environmental aspects in licensing procedure and the follow up supervision (PL)
10:30 - 11:30 Opening of the RENEXPO Poland 2013 Fair	
Session II: Not only electricity generation or what is the hydropower offer nowadays	
Chairman: Bogusław K. Puchowski , Member of the TRMEW Board	
11:30	W.Majewski (IMGW): Harnessing the hydropower potential of Lower Vistula (PL)
11:45	E.Malicka (TRMEW): RESTOR Hydro – project summarisation after the first year of implementation (PL)
12:00	E.Boretzki (Green Heritage): Hydropower and ecological concerns - through dialogue to the final goal (PL)
12:15	P.Walko (PGE EO O/ZEW Solina-Myczkowce): Water relations as controlled by means of the storage hydropower plants (PL)
12:30	S.Lewandowski (TEW/Hydroconsult), A.Adamkowski, M.Lewandowski (IMP PAN),: Potential energy storage capabilities of the Polish hydropower sector (PL)
12:45	J.Wójcik (ZEW Niedzica): Hydropower plants as a source of electricity for local population (PL)
13:00	S.Lewandowski (Hydroconsult), E.Ostajewski (EKOEN): Current state of readiness of Polish hydropower plants to act as the electrical power system start-up sources (PL)
13:15 - 14:15 Lunch break	
14:15 - 15:30 Session III: Panel Debate "Hydropower in search of opportunities"	
Chairman: Stanisław Lewandowski , Honorary President and Plenipotentiary of the TEW Board	
15:30 - 15:45 Coffee break	

Sessions IV-V

Session IV: Experience in design, erection and operation of hydropower plants – good practices, lessons learnt, novel technical solutions

Chairman: Prof. **Wojciech Majewski**, DSc Eng. (IMGW PIB)

- 15:45 R.Storbekk (*Norwegian Hydropower AS*):
Modularized and standardized concept for low head hydropower plants (EN)
- 16:00 J.Steller, K.Felicjancik, A.Henke, W.Janicki, Z.Krzemianowski (*IMP PAN*):
***Testing small low head hydraulic units
- methodology and practical expertise from Polish hydropower plants*** (PL)
- 16:15 A.Błaszczuk, A.Papierski (*IMP PŁ / HYDRO-POMP*), G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak,
M.Nawrocki (*HYDRO-POMP*): ***Establishing the reasons
for a turbine control system fluctuations and the method of their removal*** (PL)
- 16:30 A.Błaszczuk, A.Papierski (*IMP PŁ / HYDRO-POMP*),
G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki (*HYDRO-POMP*):
A Kaplan unit overhaul. An upgrade to the control system (PL)
- 16:45 P.Szulc, J.Plutecki (*TU Wrocław*):
Possibilities of using the residual flow for electricity generation (PL)
- 17:00 J.Plutecki (*TU Wrocław*), J.Tomalik (*Hydroergia*):
Analysis of the hydraulic jump occurrence when passing the flood waters (PL)

17:00 - 17:15 Coffee break

Session V: Hydraulic units for the small hydro sector

Chairman: Prof. **Janusz Plutecki**, Dr Eng. (Technical University of Wrocław)

- 17:30 M.Hajdarowicz, A.Łojek, M.Kaniecki (*ZRE Gdańsk*):
Rehabilitation of hydraulic units with twin Francis turbines (PL)
- 17:45 A.Adamkowski, A.Henke, A.Góralczyk (*IMP PAN*), M.Kaniecki (*ZRE Gdańsk*):
***A low head tubular Kaplan turbine
- model tests and development of a series of types*** (PL)
- 18:00 J.Tomalik, M.Klein (*Hydroergia*): ***Development of a new high speed turbine
draft tube as a part of the Witkowice water mill rehabilitation.
A compromise between the draft tube optimisation and interference
into the existing SHP civil engineering structure*** (PL)

18:15 Closing of the Conference

Sesja I

Administracyjno-prawne, środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania energetyki wodnej w Polsce i w Europie

Session I

Legal, procedural, environmental and economic constraints of the hydropower sector

- 1.1. S.Lewandowski, K.Trojanowska:
Elektrownie wodne - hobby czy biznes?
- 1.2. Ł.Tomaszewski:
Założenia zoptymalizowanego mechanizmu wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii
- 1.3. R.Koropis:
Analiza rentowności MEW do 1 MW w aspekcie likwidacji systemu wsparcia
- 1.4. A.Grześ:
Sytuacja na rynku energii elektrycznej i świadectw pochodzenia, a dalszy rozwój MEW w Polsce
- 1.5. P.Ciołkowski:
Gwarancje pochodzenia - nowe możliwości poprawy rentowności energetyki wodnej?
- 1.6. R.H.Josefsen:
Legal contract and topology for connection of DG. Process and guidelines
- 1.7. K.Eftevand:
Hydroenergetyka w Norwegii. Procedury licencyjne oraz nadzór środowiskowy

Elektrownie wodne – hobby czy biznes?

Katarzyna Trojanowska

Towarzystwo Elektrowni Wodnych
ENERGA Hydro Sp. z O.O.

mgr inż. Stanisław Lewandowski

Towarzystwo Elektrowni Wodnych,
Hydroconsult

Autorzy referatu podejmują próbę oceny przyczyn regresu energetyki wodnej w Polsce. Od kilkudziesięciu już lat energetyka wodna nie może znaleźć właściwego, a w opinii wielu znawców zagadnień wykorzystania odnawialnych zasobów energii, należnego jej miejsca w polityce gospodarczej naszego kraju. Polskie prawo dotyczące warunków budowy elektrowni wodnych w zasadzie nie odbiega już od prawa unijnego, jednak w Polsce nadal wybudowanie lub odbudowanie elektrowni wodnej udaje się nader rzadko.

Według autorów referatu przeszkodą jest nie prawodawstwo, ale brak jednoznacznej wykładni stosowania prawa, co powoduje „gorliwość neofitów” w stosowaniu dyrektyw unijnych. Urzędy wszystkich szczebli są dla inwestora władzą, a nie organem wspomagającym inicjatywy obywateli, którym mają służyć. Urzędnicy skupiają się na zachowaniu status quo, ponieważ ze wszystkich decyzji „na tak” muszą się tłumaczyć, za zaniechania zaś i odmowy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności. Nie ma mechanizmów promujących urzędników kreujących koniunkturę przedsiębiorczości lokalnej i generowanie rozwoju społeczności lokalnych. Dodatkowym problemem są organizacje przedstawiające się jako ekologiczne i zastraszające urzędników, mające dużą siłę przebicia i umiejętność kreowania faktów medialnych, pomimo że w świetle prawa nie są stroną postępowań.

Proces uzyskiwania zgód, zezwoleń i decyzji jest bardzo rozbudowany, terminy traktowane bardzo dowolnie i w następstwie nadużywania klauzuli „skomplikowanego postępowania” ciągną się latami. Dokumenty i uzgodnienia poczynione na początku postępowania tracą ważność w trakcie procedur wskutek upływu czasu lub zachodzących w galopującym tempie zmian w prawie. Koszty postępowania przedinwestycyjnego rosną wraz z wydłużającym się czasem postępowania administracyjnego i tylko hobbisci pasjonaci lub inwestorzy dysponujący znacznymi nadwyżkami kapitału przechodzą przez ten etap. Jest jeszcze grupa pseudoinwestorów, która po-myślnie przechodzi przez etap administracyjnego postępowania. To osoby mające nieformalne powiązania z ośrodkami decydenckimi, grupa tzw. ludzi wpływowych, w środowisku większości hydroenergetyków uważanych za hochsztaplerów. To ci, którzy pozyskują lokalizacje, i po uzyskaniu odpowiednich decyzji administracyjnych, a często też dotacji z funduszy wsparcia, wystawiają je na sprzedaż.

Niska rentowność elektrowni wodnych będących w eksploatacji, zwłaszcza elektrowni o niewielkich zdolnościach produkcyjnych, też nie zachęca biznesmenów do zajmowania się tą branżą. Różnorodność już obowiązujących opłat, wszelkiego rodzaju danin dla regionu i budżetu centralnego skutecznie odstrasza nawet najzagorzalszych pasjonatów. Inwencja fiskalna rządzących generująca coraz to nowe zobowiązania, ataki ze strony ekologów i wędkarzy, z siłą kropli drażącej skalę wykruszają najbardziej upartych i zaangażowanych. Znakomicie w likwidowaniu zapału hydroenergetyków pomaga niestabilność prawa i, wydaje się, celowe rozproszenie kompetencji pomiędzy urzędami a nawet resortami. Obecnie sprawy energetyki wodnej leżą w sferze zainteresowania co najmniej siedmiu ministerstw.

Jednoznaczna odpowiedź na tytułowe pytanie jest jedna: energetyka wodna w obecnej praktyce proceduralno – prawnej z pewnością nie stanie się polem działania dla biznesmenów.

Autorzy referatu postulują uproszczenie procedur i jednoznaczne określenie warunków niezbędnych do uzyskania pozytywnej decyzji – tak, aby każdy inwestor był w stanie z dużą dozą pewności określić, czy dana lokalizacja warta jest starań (plany zagospodarowania przestrzennego). Konieczna jest także zmiana podejścia urzędów do inwestorów – powinni ich wspierać, ponieważ to inwestorzy generują rozwój społeczności lokalnych na terenie administrowanym przez urząd. Trzeba poświęcić więcej sił i środków na kształcenie społeczeństwa obywatelskiego, które dla urzędu jest partnerem, a nie petentem.

Autorzy

Katarzyna Trojanowska, mgr inż., absolwentka Politechniki Gdańskiej (Instytut Hydrotechniki) Od roku 1982 zatrudniona w Rejonie Elektrowni Wodnych Straszyn (obecnie ENERGA Hydro Sp. z o.o.) jako specjalista ds. hydrotechnicznych. Ekspert Regionalnego Projektu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007–2013 w zakresie energetyki ze źródeł odnawialnych. Od roku 1998 członek zwyczajny Towarzystwa Elektrowni Wodnych. W latach 2003-2008 Sekretarz Zarządu TEW. Członek–założyciel Ogólnokrajowego Stowarzyszenia „Poszanowanie Energii i Środowiska” SAPE Polska (od 2004).

Stanisław Lewandowski, mgr inż., absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w sektorze elektroenergetycznym od 1973 roku: kierownik w Elektrowni Turów, kierownik ruchu w Elektrowni Szczytowo-Pompowej Żarnowiec, zastępca dyrektora w Hydromex sp z o.o., dyrektor w ESP S.A. (obecnie PGE Energia Odnawialna), dyrektor w Elektrowni Górnej Odry sp. z o.o., dyrektor w ENERGA Zakład Elektrowni Wodnych Sp. z o.o.. Obecnie prowadzi własną firmę konsultingową LS HydroConsult, oferującą usługi dla szeroko rozumianego sektora energetyki wodnej. Od momentu powstania Towarzystwa Elektrowni Wodnych zaangażowany w jego działalność. W latach 1992-1996 pełnił funkcję wice prezesa Zarządu, w latach 1996-99 i 2003-08 był prezesem TEW. Aktualnie jest pełnomocnikiem Zarządu. Jest autorem licznych publikacji dotyczących głównie sektora elektroenergetycznego.

Założenia zoptymalizowanego mechanizmu wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii

Łukasz Tomaszewski
Ministerstwo Gospodarki

Ministerstwo Gospodarki prowadzi prace nad opracowaniem rozwiązań dedykowanych zrównoważonemu rozwojowi odnawialnych źródeł energii w Polsce. Przygotowywane rozwiązania mają służyć optymalizacji ekonomicznej systemu wsparcia przy jednoczesnym uwzględnieniu potrzeb wytwórców energii elektrycznej z OZE.

Referat będzie prezentował propozycje działań w obszarze optymalizacji mechanizmu wsparcia dla odnawialnych źródeł energii.

Prelegent w trakcie swoich wypowiedzi zwróci szczególną uwagę na kwestie związane z rozwojem energetyki wodnej w Polsce.

Autor

Łukasz Tomaszewski, specjalista w Departamencie Energii Odnawialnej Ministerstwa Gospodarki.

Analiza rentowności MEW o mocy do 1 MW w aspekcie likwidacji systemu wsparcia

Radosław Koropis

Wiceprezes Zarządu
Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych
Grudziądz

Zmiany systemu wsparcia dla instalacji hydroenergetycznych są zapowiadane od pierwszego projektu ustawy o odnawialnych źródłach energii przedstawionego w grudniu 2011 r. Wszystkie kolejne propozycje zmian, łącznie z ostatnią opublikowaną 17 września 2013 r. przez przedstawicieli Ministerstwa Gospodarki ¹ zawierają mechanizmy likwidujące system wsparcia dla istniejących elektrowni wodnych. Równocześnie projekt nowego systemu wsparcia zakłada jego funkcjonowanie maksymalnie przez 15 lat.

Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych zleciło wyspecjalizowanej firmie audytorskiej przeprowadzenie badań prognozy rentowności małych elektrowni wodnych o mocy instalowanej do 1 MW ² Badanie zostało przeprowadzone w dwóch etapach z uwzględnieniem położenia geograficznego (rzeki górskie i nizinne) oraz charakteru pracy elektrowni wodnych (przepływowe i zbiornikowe). Analiza zawiera również symulację przewidywanych kosztów ponoszonych przez Skarb Państwa w przypadku likwidacji znacznej części istniejących instalacji ze względu na strukturalną nadwyżkę kosztów nad przychodami w przypadku likwidacji świadectw pochodzenia³.

Szczegółowa analiza finansowa oparta jest na danych pochodzących z kilkudziesięciu hydroelektrowni należących do prywatnych inwestorów oraz będących własnością spółek zależnych od koncernów energetycznych. Zgromadzony materiał pozwolił na precyzyjne wydzielenie kosztów stałych – niezależnych od wielkości produkcji oraz kosztów zmiennych bezpośrednio wynikających z wielkości wyprodukowanej energii elektrycznej. Na podstawie zgromadzonych materiałów oraz przeprowadzonych badań ankietowych wydzielono strukturę kosztów bezpośredniego utrzymania obiektów hydrotechnicznych wchodzących w skład elektrowni wodnych oraz koszty związane z utrzymywaniem cieków wodnych. Obowiązek partycypacji w kosztach utrzymania infrastruktury hydrotechnicznej jest nałożony każdorazowo na użytkownika elektrowni wodnej w decyzji wodno prawnej.

W referacie przedstawiono symulację kosztów budowy przeprawek, które są nakładane na właścicieli elektrowni wodnych w celu realizacji zaleceń Ramowej Dyrektywy Wodnej związanej z udrażnianiem cieków wodnych. Dodatkowe koszty eksploatacyjne będą wynikały z wprowadzanych we wszystkich RZGW warunków korzystania z wód regionu, które niekiedy w bardzo rygorystyczny sposób pogarszają warunki eksploatacyjne elektrowni wodnych.

Kolejnym aspektem poruszonym w prezentacji są zagadnienia związane z żywotnością instalacji hydrotechnicznych. Wszystkie prezentowane przez Ministerstwo Gospodarki systemy wsparcia zakładają jego maksymalny okres na 15 lat. Nie odpowiada to w pełni specyfice instalacji hydroenergetycznych, których okres amortyzacji podatkowej (w odniesieniu do budowli wodnych) obliczany jest na 25 lat, a żywotność urządzeń wytwórczych jest wielokrotnie wyższa niż przyjmowany okres wsparcia. Prawdłowo zaprojektowane pod względem technicznym instalacje po 15 latach nie wymagają żadnego procesu modernizacji, nie jest konieczne również wykonywanie remontów kapitalnych ze względu na niewielki stopień zużycia technicznego tych urządzeń.

Obowiązkiem projektanta elektrowni wodnej wynikających z zapisów prawa wodnego jest maksymalne wykorzystanie energetyczne węzła hydrotechnicznego, co tym samym całkowicie uniemożliwia jego modernizację po 15 latach polegającą na zwiększeniu mocy. Uzależnienie wznowienia systemu wsparcia od proporcjonalnego wzrostu mocy zainstalowanej w instalacji OZE w przypadku elektrowni wodnych jest technicznie niemożliwe do przeprowadzenia i ekonomicznie nieuzasadnione. Badania ankietowe przeprowadzone w przeszło 30 elektrowniach należących do jednej ze spółek zależnych od koncernów energetycznych wykazały, że w wyniku przeprowadzonych modernizacji w żadnym przypadku nie uzyskano wzrostu instalowanej mocy lecz w wyniku wymiany maszyn lub urządzeń wzrastała ich sprawność. Oznacza to, że bez wzrostu mocy zainstalowanej uzyskiwano zwiększoną produkcję energii elektrycznej pochodzącą z odnawialnych źródeł. Uzależnienie wznowienia systemu wsparcia od proporcjonalności przyrostu mocy zainstalowanej w przypadku instalacji hydrotechnicznych jest niemożliwe ze względu na podstawowe prawa fizyki, a tym samym stoi w sprzeczności z zapisami konstytucji.

Opracowanie kończy się określeniem scenariusza rozwoju branży hydroenergetycznej w Polsce w aspekcie proponowanych zmian legislacyjnych dotyczących zmian systemu wsparcia. Zakłada on drastyczny spadek elektrowni wodnych szczególnie w przedziale do 1 MW. Ze względu na niewłaściwie określony okres wsparcia dla długowiecznych instalacji hydrotechnicznych nie przewiduje się istotnego wzrostu nowych obiektów, a tym samym wykorzystanie potencjału hydrotechnicznego w Polsce będzie się jeszcze zmniejszać. Szacuje się że w ciągu dwóch lat od wygaszenia systemu wsparcia wskaźniki ten spadnie do 15 % przyjmując najniższe wartości w Europie, gdzie średnie wykorzystanie potencjału hydroenergetycznego wynosi ok. 43 %

Przywołania

1. Schemat zoptymalizowanych mechanizmów wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii lub biogazu rolniczego – prezentacja Ministerstwa Gospodarki – Warszawa 17 września 2013 s.6
2. Raport dotyczący rentowności elektrowni wodnych w zakresie zainstalowanej mocy 300 kW – 1 MW oraz związanych z tym wybranych skutków potencjalnych zmian wsparcia OZE – AVANTA & AUDIT – Wrocław 15 sierpień 2013 r.
3. Raport dotyczący wybranych konsekwencji projektowanych zmian regulacji prawnych w funkcjonowaniu małych elektrowni wodnych - AVANTA & AUDIT – Wrocław 12 październik 2012 r.

Autor:

Radosław Koropis, mgr inż., ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej oraz studia podyplomowe z zakresu zarządzania firmą oraz wyceny majątku na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu. W latach 1990-2002 pracował w firmach przemysłowych związanych z budową maszyn budowlanych i górniczych. Od 2003 r. właściciel kancelarii brokerskiej specjalizującej się ubezpieczeniach majątkowych dedykowanych elektrowniom wykorzystującym odnawialne źródła energii. Autor grupowego ubezpieczenia małych elektrowni wodnych realizowanego przy współudziale TRMEW. Od 2011 r. członek zarządu TRMEW odpowiedzialny za sprawy finansowe. Specjalizuje się w zagadnieniach związanych z prawnymi i ekonomicznymi aspektami funkcjonowania instalacji OZE.

Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych jest jednym z najstarszych i największych stowarzyszeń działających na rynku OZE, skupia właścicieli, sympatyków małych elektrowni wodnych.

Działalność organizacji skupia się na trzech obszarach:

1. reprezentowanie branży małej energetyki wodnej na arenie politycznej i biznesowej,
2. organizowanie spotkań branżowych, konferencji, szkoleń,
3. działalność edukacyjna dotycząca małych elektrowni wodnych oraz pozostałych odnawialnych źródeł energii.

Sytuacja na rynku energii elektrycznej i świadectw pochodzenia, a dalszy rozwój MEW w Polsce

Andrzej Grześ

Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych

Mała Energetyka Wodna w Polsce przeżywa dzisiaj trudne chwile. Od około dwóch lat obserwujemy inwestycyjny zastój nie tylko w obszarze nowych mocy wytwórczych, ale również w przypadku modernizacji już istniejących. Inwestorzy, zwłaszcza prywatni wstrzymują swoje decyzje inwestycyjne czekając na poprawę sytuacji ekonomicznej oraz ustabilizowanie sytuacji legislacyjnej. Identyfikuje się co najmniej trzy główne powody takiego stanu rzeczy.

Pierwszy, najistotniejszy to brak Ustawy o OZE. Kolejne projekty i założenia nie zawsze korzystne dla branży hydroenergetycznej wstrzymują podejmowanie decyzji inwestycyjnych. Przyjęcie satysfakcjonujących założeń oraz ustalenie realnego harmonogramu przyjęcia Ustawy są kluczowe dla jakiegokolwiek rozwoju hydroenergetyki w Polsce w najbliższych latach.

Drugi to nadpodaż na rynku świadectw pochodzenia. Od końca 2012 roku obserwujemy znaczny spadek cen zielonych certyfikatów. Rok 2013 natomiast mija pod znakiem niestabilności ich cen. Zwłaszcza to ostatnie prowadzi do braku możliwości zaprognozowania przychodu nawet w krótkim horyzoncie czasowym, powodując jednocześnie, że większość instytucji finansujących OZE pomija przychód pochodzący ze świadectw pochodzenia.

Trzeci to spadek cen energii na rynku hurtowym. Problem ten dopiero ujawni się w roku 2014, tj. po ogłoszeniu tzw. ceny Prezesa URE, która uwzględni niższe ceny mijającego roku. Dziś rynek hurtowy ponownie jest w trendzie wzrostowym co może spowodować, że już w niedalekiej przyszłości cena Prezesa URE będzie niższa niż cena na rynku hurtowym, szczególnie jeśli uwzględnimy pomniejszenie przychodów wytwórcy przez opłaty za bilansowanie handlowe energii wyprodukowanej w odnawialnym źródle.

To przede wszystkim niestabilna sytuacja spowodowała nie tylko utratę zaufania inwestora do branży OZE, ale również brak możliwości przyjęcia określonych parametrów w biznes planach. Instytucje finansowe przykładają coraz większe ryzyko do inwestycji w OZE. Osiągane dziś okresy zwrotu inwestycji nie zadowalają inwestorów finansowych, ani branżowych. Wszystkie te elementy powodują, że dziś mała energetyka wodna musi być traktowana jako inwestycja wielopokoleniowa - nie tylko w aspekcie technicznym, ale przede wszystkim w finansowym.

Taka diagnoza zmusza właścicieli MEW do poszukiwania oszczędności w eksploatacji obiektów oraz dodatkowych źródeł przychodów. W poszukiwaniu dodatkowej marży coraz bardziej interesującym pomysłem jest sprzedaż wyprodukowanej energii do klienta końcowego. Przygotowanie takiego rozwiązania wymaga jednak integracji środowiska producentów energii elektrycznej, ponieważ niezasadnym z punktu widzenia ekonomicznego i organizacyjnego jest rejestracja spółki obrotu dla pojedynczego wytwórcy.

Autor

Andrzej Grześ, mgr inż., ukończył Wydział Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Gdańskiej w 2004 roku. Od stycznia 2013 roku prezes Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych. Właściciel dwóch MEW.

Gwarancje pochodzenia - nowe możliwości poprawy rentowności energetyki wodnej?

Piotr Ciołkowski

CMS Cameron McKenna Dariusz Greszta sp.k.,
Warszawa

Gwarancje pochodzenia są nowym w polskim prawie instrumentem mającym służyć jako dokument potwierdzający odbiorcy końcowemu, że określona w nim ilość energii elektrycznej została wytworzona w odnawialnych źródłach energii (OZE). Gwarancje pochodzenia należy jednak odróżnić od funkcjonujących obecnie jako podstawowy element systemu wsparcia OZE świadectw pochodzenia, z którymi związany jest obowiązek umorzenia przez określone podmioty. Z gwarancji pochodzenia nie wynikają prawa majątkowe i nie dają one prawa do korzystania z instrumentów wspierających wytwarzanie w OZE, tak też nie będzie ich można umarzać celem wypełnienia obowiązków nałożonych przez Prawo Energetyczne. Przekazanie gwarancji pochodzenia następuje niezależnie od przeniesienia praw majątkowych wynikających ze świadectw pochodzenia.

Gwarancje pochodzenia służą wyłącznie jako dowód dla odbiorcy końcowego, że określona część lub ilość energii została wyprodukowana w źródłach odnawialnych, oraz określają w szczególności: źródło, w którym energia została wytworzona, daty rozpoczęcia i zakończenia jej produkcji, lokalizację, rodzaj i moc instalacji, a także, czy i w jakim stopniu instalacja korzystała ze wsparcia inwestycyjnego lub w jakikolwiek inny sposób z krajowego systemu wsparcia oraz rodzaj tego wsparcia.

Gwarancje pochodzenia mogą być przenoszone przez jednego posiadacza na innego - niezależnie od energii, do której się odnoszą. Niedopuszczalne jest natomiast podwójne liczenie i podwójne okazywanie Gwarancji Pochodzenia. Tym samym energia z OZE, dla której gwarancje pochodzenia zostały sprzedane osobno przez wytwórcę, nie powinna być sprzedawana odbiorcy końcowemu jako energia ze źródeł odnawialnych.

Gwarancje pochodzenia wydawane będą za wytworzoną energię elektryczną z dokładnością do 1 MWh, z okresem ważności 12 miesięcy od dnia zakończenia wytwarzania energii elektrycznej z OZE, po którego to upływie będą wygasać. Podobnie jak w przypadku świadectw pochodzenia, wytwórca składać będzie wniosek o wydanie gwarancji pochodzenia do odpowiedniego operatora systemu dystrybucyjnego lub operatora systemu przesyłowego, na którego obszarze działania zostało przyłączone dane odnawialne źródło energii a ten będzie przekazywał wniosek do Prezesa URE. Gwarancje pochodzenia tracą ważność z chwilą ich przekazania odbiorcy końcowemu.

Autor

Piotr Ciołkowski, radca prawny i starszy prawnik w Departamencie Energetyki i Projektów Infrastrukturalnych warszawskiego biura CMS Cameron McKenna

Legal contract and topology for connection of DG. Process and guidelines

Rolf Håkan Josefsen

B. Sc. Power Engineer, roljos@ae.no

Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet AS (REN)
Conrad Mohrsveg 23b, Postboks 6134, 5892 Bergen,
Norway

Agder Energi Nett AS
Postboks 794 Stoa, 4809 Arendal
Norway

In Norway there are more than 10.000 potential distributed generation (DG) hydro power plants with production over 3 GWh, that can be built under the cost of 0,5 Euro/kWh. There is also a high potential for DG wind power plants. After over 10 years of work with lacking or insufficient technical and legal requirements for connection of distributed generation in Norway a Technical guideline was published by REN¹ in 2011.

The guideline contains the legal, the technical and the economical requirements for connecting distributed generation to the grid. The standard contains the following documents:

1. Framework agreement

Appendix 1: Definitions

Appendix 2: Connection and grid conditions for distributed generation

Appendix 3: Technical performance requirements:

- Section A: General requirements
- Section B: Requirements for design and construction
- Section C: Commissioning of DG unit
- Section D: Operation and maintenance of the DG unit
- Section E: The voltage and power flow
- Section F: Specific requirements for generators and generator equipment
- Section G: Requirements for protection
- Section H: Requirements for the generator transformer and grounding system
- Section I: Requirements for switching
- Section J: Requirements for lockable and visible sharing violations in Attachment Point
- Section C: Procedure for procurement and installation of RTU
- Section D: Procedure for procurement and installation of high voltage measuring equipment
- Section C: Requirements for Instrument Transformers

Appendix 4: Adaptations and special circumstances

- Section U1: Description of installation
- Section U2: Connection Point

Appendix 5: Documentation

- Section U1: Declaration
- Section U2: General documentation
- Section U3A: Documentation of the DG unit with synchronous generator
- Section U3B: Documentation of the DG device with an asynchronous generator

Appendix 6: Site Acceptance Test (SAT)

The article will present the main content of the guideline. Future work will include connection guidelines in High and low voltage grid systems. We also have a R & D project where the main goal is to define clear requirements for transient stability, frequency response and voltage regulation for DG units in the distribution network.

The guideline is a result of combining technical requirements from SINTEF TR A6343.01² with legal and technical experience contributed by some of the Norwegian Grid operators that have the highest density of DG connected.

References

1. **REN:** “*REN blad 300 – 312 , Tilknytnings- og nettleieavtale for innmatingskunder i distribusjonsnettet*”, Bergen, 2011
2. **Astrid Petterteig, Olve Møgstad, Thor Henriksen, Øivind Håland:** “*Technical Guidelines for connection of production units with less than 10 MW active power to the distribution Grid*”, TR A6343.01, Trondheim, 2006

Author

Rolf Håkan Josefsen jr., B. Sc. , was educated at The University of Agder (UiA) in Grimstad, Norway, Department of Electrical Power Engineering, and received his B.Sc. in 2008. His present position is Engineer in the Department of Network Strategies in Agder Energi Nett AS, where he is responsible for legal contracts regulating connection of distributed generation (DG) and grid analysis of connection of DG. The department is responsible for connecting new generation to the grid at all levels. Since 2009 he has been part of a national group working to establish a grid code for connecting DG to the grid. He also works with power quality analysis related to the connection of DG.

Rolf Håkan Josefsen jr.
Electrical Power Engineer, Network Strategy Department
Agder Energi Nett



Hydroenergetyka w Norwegii. Procedury licencyjne oraz nadzór środowiskowy

Jan Hening L'Abée-Lund

Norges vassdrags- og energidirektorat
Oslo

Katarzyna Eftevand

Norges vassdrags- og energidirektorat
Førde

Prezentacja dotyczy pracy Działu Kontroli Środowiska NVE (Norweskiego Zarządu Zasobów Wodnych i Energii). Przedstawione zostaną założenia NVE w sprawie kontroli środowiska oraz zadania Działu Kontroli Środowiska. Podstawą prawną tych założeń i zadań jest paragraf piąty norweskiej Ustawy o Zasobach Wodnych, według którego wszelkie działania w tym obszarze powinny odbywać się z jak najmniejszą szkodą i z zachowaniem bezpieczeństwa środowiska, osób i własności. Przy tym, każda licencja, zawierająca zasady działania i jego szczegółowy plan, jest tworzona indywidualnie.

Prezentacja wyjaśnia pojęcie kontroli środowiska w kontekście energii wodnej. Bardzo ważnym elementem tworzenia elektrowni wodnej jest opracowanie planów szczegółowych, które muszą być oparte o warunki i wskazówki dotyczące ochrony środowiska i krajobrazu zatwierdzone przez NVE. System kontroli wewnętrznej i sposoby działania w przypadku naruszeń również muszą być zawarte w tego typu planach. Jeśli chodzi o środowisko, w skład planów szczegółowych powinny wchodzić m.in. plan ogólny, pokazujący umiejscowienie poszczególnych konstrukcji; plan wykorzystania terenu – ważne jest m.in., aby nie zostały naruszone chronione tereny i roślinność; plan ilustrujący zmiany, które powstaną na skutek budowy (rysunki, fotomanipulacje); plan transportu – przy uwzględnieniu tego, że transport drogowy nie zawsze jest możliwy. Inne aspekty, które muszą zostać ujęte w planach, to np. sposoby dokumentacji i kontroli przepływu wody, działania zaradcze w sprawie hałasu i zniszczenia roślinności i surowców naturalnych, oraz odnowę krajobrazu.

Strategia nadzoru NVE to dopilnowanie, aby wszelkie działania odbywały się zgodnie z prawem i z wymaganiami odpowiednich instytucji, oraz nakładanie sankcji w przypadku naruszeń. Prezentacja dokładnie przedstawi politykę nadzoru NVE (np. publikowanie raportów i wniosków z kontroli) i metody nadzoru (np. używanie odpowiedniej techniki). Ważny jest również system kontroli wewnętrznej, którego funkcjonowanie zostanie przedstawione w prezentacji.

Ostatnia część prezentacji to sposoby reagowania na naruszenia. Podane zostaną podstawy prawne reakcji, ich różne typy, oraz czynniki, która mają wpływ na wybór danej formy reagowania zależnie od sytuacji. Zostaną również zaprezentowane praktyczne i przydatne wnioski płynące z doświadczenia NVE w sprawie powodów naruszeń i sposobów radzenia sobie z nimi.

Autorzy

Jan Henning L'Abée-Lund, prof., ukończył Wydział Biologii Uniwersytetu w Oslo w 1983 roku. Jest uznanym specjalistą w zakresie ichtiobiologii. Od 1993 roku zatrudniony w Wydziale Kontroli Środowiskowej Norweskiego Zarządu Zasobów Wodnych i Energii.

Katarzyna Eftevand, mgr inż., ukończyła Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w roku 2002 na kierunku ochrona środowiska. Od roku 2006 zatrudniona w Wydziale Kontroli Środowiskowej Norweskiego Zarządu Zasobów Wodnych i Energii.

Sesja II

**Nie tylko produkcja energii elektrycznej
- czyli co ma do zaoferowania energetyka wodna**

Session II

Not only electricity generation or what is the hydropower offer nowadays

- 2.1. W.Majewski:
Hydroenergetyczne wykorzystanie dolnej Wisły
- 2.2. E.Malicka:
RESTOR Hydro – podsumowanie pierwszego roku realizacji projektu
- 2.3. E.Boretzki:
Energetyka wodna a ekologia – przez dialog do celu
- 2.5. S.Lewandowski, A.Adamkowski, M.Lewandowski:
*Potencjalne możliwości magazynowania energii
w krajowej energetyce wodnej*
- 2.7. S.Lewandowski, E.Ostajewski:
*Aktualny stan gotowości elektrowni wodnych
do pełnienia roli źródeł rozruchowych w systemie elektroenergetycznym*

Hydroenergetyczne wykorzystanie dolnej Wisły

Wojciech Majewski

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB Warszawa

Wisła jest największą rzeką Polski należącą do zlewiska Morza Bałtyckiego. Na przestrzeni wieków Wisła odgrywała zawsze bardzo istotną rolę w gospodarce, kulturze a nawet obronności kraju. Całkowita powierzchnia dorzecza Wisły wynosi 194 tys. km² z czego 87% znajduje się na terenie Polski, co stanowi 54% całej powierzchni kraju. Wisła ma źródło na południu kraju w Beskidzie Śląskim a ujście w Zatoce Gdańskiej w pobliżu portu Gdańsk. Całkowita długość Wisły wynosi 1047 km [1]. Wisła płynąc z południa kraju na północ zmienia w sposób istotny przepływ oraz charakter i zagospodarowanie dorzecza. Biorąc te czynniki pod uwagę Wisłę dzieli się na trzy części:

- Wisłę górną od źródeł do ujścia Sanu,
- Wisłę środkową od ujścia Sanu do ujścia Narwi i
- Wisłę dolną od ujścia Narwi do ujścia Wisły do morza.

Wisła oprócz istotnego znaczenia gospodarczego stanowi ważny korytarz ekologiczny. Prawie cała długość doliny Wisły została w sposób arbitralny objęta Programem NATURA 2000, co w zasadniczy sposób ogranicza jakąkolwiek działalność inwestycyjną. Cały bieg Wisły charakteryzuje się wysokim zagrożeniem powodziowym. Tylko powódzie ostatnich dwóch dekad (1997, 2001 i 2010) spowodowały ogromne straty gospodarcze, społeczne, ale również i przyrodnicze.

Dolna Wisła obejmuje długość 390 km biegu rzeki a jej powierzchnia dorzecza wynosi 34,3 tys. km². Dolna Wisła obejmuje bardzo istotny odcinek rzeki pod względem gospodarczym rozciągający się od centrum kraju, ze stolicą Warszawą, aż do Morza Bałtyckiego. Nad brzegami dolnej Wisły znajduje się szereg ważnych ośrodków miejskich i gospodarczych. Są to: Płock, Włocławek, Toruń, Bydgoszcz, Grudziądz, Malbork, Tczew, Elbląg i Gdańsk. Na dolnej Wiśle skupione jest prawie 50% całego technicznego potencjału hydroenergetycznego Polski. Wzdłuż dolnej Wisły planowany jest przebieg dwóch międzynarodowych tras żeglugowych E40 i E70 łączących Bałtyk z Morzem Czarnym i drogi wodne zachodu z Kaliningradem i Kłajpedą. Wiele zakładów przemysłowych usytuowanych wzdłuż dolnej Wisły pobiera wodę z rzeki. Obszar dorzecza wzdłuż dolnej Wisły charakteryzuje się niskimi opadami a jednocześnie bardzo żyznymi glebami. Teren wzdłuż dolnej Wisły jest szczególnie uzależniony od zasobów wodnych Wisły.

Już w okresie międzywojennym istniała koncepcja energetycznego wykorzystania dolnej Wisły w postaci budowy kaskady stopni wodnych niskiego spadku ze zbiornikami przepływowymi, elektrowniami wodnymi i śluzami żeglugowymi. Ta koncepcja została rozwinięta po drugiej wojnie światowej [2]. Obejmowała ona budowę 8 stopni wodnych ze zbiornikami przepływowymi od Wyszogrodu do Tczewa tworzących zwartą kaskadę. Podstawowe dane kaskady przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe dane kaskady dolnej Wisły

L.p.	Nazwa stopnia	km biegu Wisły	Rzędna piętrzenia (m npm)	Spad (m)	Moc instalowana (MW)	Produkcja energii elektrycznej (GWh)
1	Wyszogród	586,0	72,00	8,00	170	cała kaskada 4200
2	Płock	626,0	64,00	6,70	120	
3	Włocławek	674,8	57,30	11,30	160	
4	Ciechocinek	707,9	46,00	8,50	160	
5	Solec Kujawski	757,8	37,50	7,50	140	
6	Chełmno	801,7	30,00	8,00	160	
7	Opalenie	864,0	22,00	10,00	200	
8	Tczew	904,6	12,00	12,00	200	

Kaskada miała charakter energetyczno-żeglugowy. W ramach tej koncepcji wybudowano stopień wodny Włocławek, który oddano do eksploatacji w 1970 r. Stopień składa się z zapory czołowej i zapór bocznych, 10-przęsłowego jazu, elektrowni wodnej o mocy 160 MW (6 turbozespołów Kaplana), śluzy żeglugowej oraz przepławki dla ryb, która znajduje się w filarze działowym między jazem a elektrownią. Przepływ średni Wisły z wielolecia w przekroju stopnia wynosi $890\text{ m}^3/\text{s}$, przepływ miarodajny przyjęto $8700\text{ m}^3/\text{s}$, a przepływ kontrolny $10\,280\text{ m}^3/\text{s}$. Cała inwestycja została wykonana polskim potencjałem projektowym, badawczym i wykonawczym. Jedynie turbiny sprowadzono z ZSRR. Podstawowym założeniem była realizacja następnych stopni tj. Wyszogrodu – powyżej i Ciechocinka – poniżej [3]. Był już wykonany projekt techniczny stopnia Ciechocinek i rozpoczęto przygotowanie jego placu budowy. Niestety kryzys ekonomiczny lat 80. spowodował wstrzymanie tych inwestycji. W okresie późniejszym parametry poszczególnych stopni wodnych zostały zmodyfikowane, szczególnie jeżeli chodzi o przełyk instalowany i moc elektrowni.

Konsekwencją braku stopnia wodnego poniżej Włocławka a więc braku podpiętrzenia wody dolnej, była erozja poniżej stopnia powodująca obniżenie się zwierciadła wody dolnej i w konsekwencji trudności w eksploatacji elektrowni wodnej, jazu i śluzy żeglugowej oraz zagrożenie bezpieczeństwa całego stopnia. Próba poprawy tej sytuacji było wykonanie podwodnego progu około 500 m poniżej jazu i elektrowni. Było to tylko częściowym i prowizorycznym rozwiązaniem. W celu zmniejszenia erozji koryta Wisły poniżej stopnia ustalono, że elektrownia wodna będzie pracować jedynie przepływowo. Przepływ nienaruszalny poniżej stopnia przyjęto w wysokości $450\text{ m}^3/\text{s}$. W ciągu dotychczasowej eksploatacji stopnia maksymalny przepływ nie przekroczył $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$. Średnia produkcja energii elektrycznej wynosi 739 GWh/rocznie. Na długości zbiornika nastąpiła istotna zmiana reżimu lodowego w stosunku do stanu przed utworzeniem zbiornika. Według wieloletnich badań stwierdzono, że woda wypływająca ze zbiornika ma dużo lepszą jakość w stosunku do wody dopływającej do zbiornika. Stwierdzono również, że bioróżnorodność i ilość ryb oraz ich gatunków w zbiorniku uległa znacznej poprawie. W ostatnich latach zaczęto wykorzystywać zbiornik Włocławek do zmniejszenia zagrożeń powodziowych poniżej stopnia.

W ciągu minionych lat eksploatacji stopnia odbyło się wiele spotkań, konferencji i dyskusji na temat: co robić dalej? Poglądy były bardzo skrajne, poczynając od budowy następnego stopnia i całej kaskady aż po rozebranie stopnia Włocławek. Obecnie sytuacja uległa dalszemu pogorszeniu, bowiem w związku z naszym wejściem do UE, musimy przestrzegać Ramowej Dyrektywy Wodnej, Programu NATURA 2000, a ponadto Polska nie posiada strategii gospodarki wodnej, ani szczegółowego planu zagospodarowania Wisły i jej dorzecza. Ekolodzy i przyrodnicy uważają, że Wisła jest jedyną naturalną rzeką w Europie i w takim stanie powinna pozostać i być przekazana następnym pokoleniom. Ekolodzy podchodząc do zrównoważonego rozwoju stan ekologiczny stawiają jako alternatywę rozwoju gospodarczego, czyli albo wykorzystanie gospodarcze albo utrzymanie stanu ekologicznego. Specjaliści gospodarki wodnej uważają, że Wisła jest rzeką poważnie zdegradowaną, nie przynoszącą żadnych korzyści gospodarczych oraz społecznych. Ponadto uważają, że wykorzystanie gospodarcze rzeki jest możliwe z zachowaniem walorów przyrodniczych. Jak rozwiązać ten problem?

Biorąc pod uwagę ogromne znaczenie gospodarcze i społeczne dolnej Wisły konieczne jest kompleksowe zagospodarowanie tego odcinka Wisły. Rozwiązanie to powinno uwzględniać zabezpieczenie stopnia wodnego Włocławek, ochronę przed powodzią, wykorzystanie energetyczne i żeglugowe oraz retencję służącą zaopatrzeniu w wodę i rekreacji. Spełnienie tych problemów jest możliwe jedynie przez zabudowę całego odcinka dolnej Wisły kolejnymi stopniami wodnymi. Wymiernym efektem jest produkcja energii elektrycznej, jednak energetyka nie może brać na siebie całych kosztów budowy stopni. Pozostałe korzyści wynikające z budowy kaskady muszą być pokrywane z innych źródeł. Państwo jest w pełni odpowiedzialne za ochronę przed powodzią i musi w części finansować zabudowę hydrotechniczną.

Trzeba wyraźnie podkreślić, że wszelka działalność hydrotechniczna musi odbywać się zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju tj. wszelkie aspekty rozwoju gospodarczego i społecznego muszą uwzględniać uwarunkowania ekologiczne.

Przywołania

1. Wisła monografia rzeki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982.
2. Kaskada Dolnej Wisły, PROEKO Warszawa 1993
3. Stopień wodny Ciechocinek na dolnej Wiśle, Konieczność główne uwarunkowania i sposób realizacji. Fundacja Kaskada Dolnej Wisły, Włocławek 1997

Autor

Wojciech Majewski, prof. dr hab. inż. absolwent Politechniki Gdańskiej, Wydział Budownictwa Wodnego. Studia podyplomowe Uniwersytet w Glasgow. Doktorat 1967, habilitacja 1988, tytuł profesora 1990. Zatrudniony obecnie w IMGW PIB Warszawa. Specjalność inżynieria i gospodarka wodna. Kierował wieloma projektami inżynierii i gospodarki wodnej. Autor wielu publikacji w języku polskim i angielskim.

RESTOR Hydro

– podsumowanie pierwszego roku realizacji projektu

Ewa Malicka

Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych,
Grudziądz

Renewable Energy Sources Transforming Our Regions (RESTOR) Hydro to projekt europejski, którego celem jest zwiększenie produkcji energii odnawialnej w małych i mikro elektrowniach wodnych poprzez inwentaryzację i odbudowę historycznych obiektów, wykorzystujących energię wody.

Projekt RESTOR Hydro współfinansowany jest przez Komisję Europejską w ramach programu Inteligentna Energia - Program dla Europy (IEE). Projekt rozpoczął się w czerwcu 2012 roku i będzie trwał 3 lata. Koordynatorem projektu jest ESHA – Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej (www.esha.be). W skład konsorcjum realizującego projekt wchodzi 11 zespołów z ośmiu krajów europejskich. Polska reprezentowana jest w projekcie przez Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych (www.trmew.pl).

Punktem wyjścia projektu RESTOR Hydro jest fakt, iż na terenie Europy istnieje wiele zaniedbanych, nieczynnych i zrujnowanych kół wodnych napędzających w przeszłości młyny, tartaki, folusze, kaszarnie i inne obiekty, w których tkwi niewykorzystany potencjał hydroenergetyczny. Na przykład na terenach Polski w latach 30. ubiegłego wieku funkcjonowało około 8 000 różnego rodzaju instalacji wykorzystujących energię wody, a dziś pracuje ich zaledwie 770. Wykorzystanie potencjału tkwiącego w historycznych obiektach hydroenergetycznych oznacza opłacalną ekonomicznie i zrównoważoną pod względem środowiska produkcję energii w mikro i małych elektrowniach wodnych.

Działania w projekcie RESTOR Hydro można podzielić na 2 zasadnicze etapy. Pierwszy z nich obejmuje inwentaryzację obiektów wykorzystujących energię wody w przeszłości i istniejących budowli piętrzących, a następnie na tej podstawie stworzenie bazy danych o potencjalnych lokalizacjach małych elektrowni wodnych tzw. Mapy RESTOR Hydro. Drugi etap polega na zainicjowaniu przedsięwzięć, których celem będzie odbudowa i uruchomienie wybranych obiektów z wykorzystaniem współczesnych technologii.

Realizacja pierwszej fazy projektu jest już bardzo zaawansowana. W polskiej części bazy danych, która docelowo będzie zawierać przynajmniej 6 000 pozycji, już w tej chwili publicznie dostępna jest części wyników obejmująca 2 208 potencjalnych lokalizacji małych elektrowni wodnych w Polsce (stan z dnia 12.08.2013).

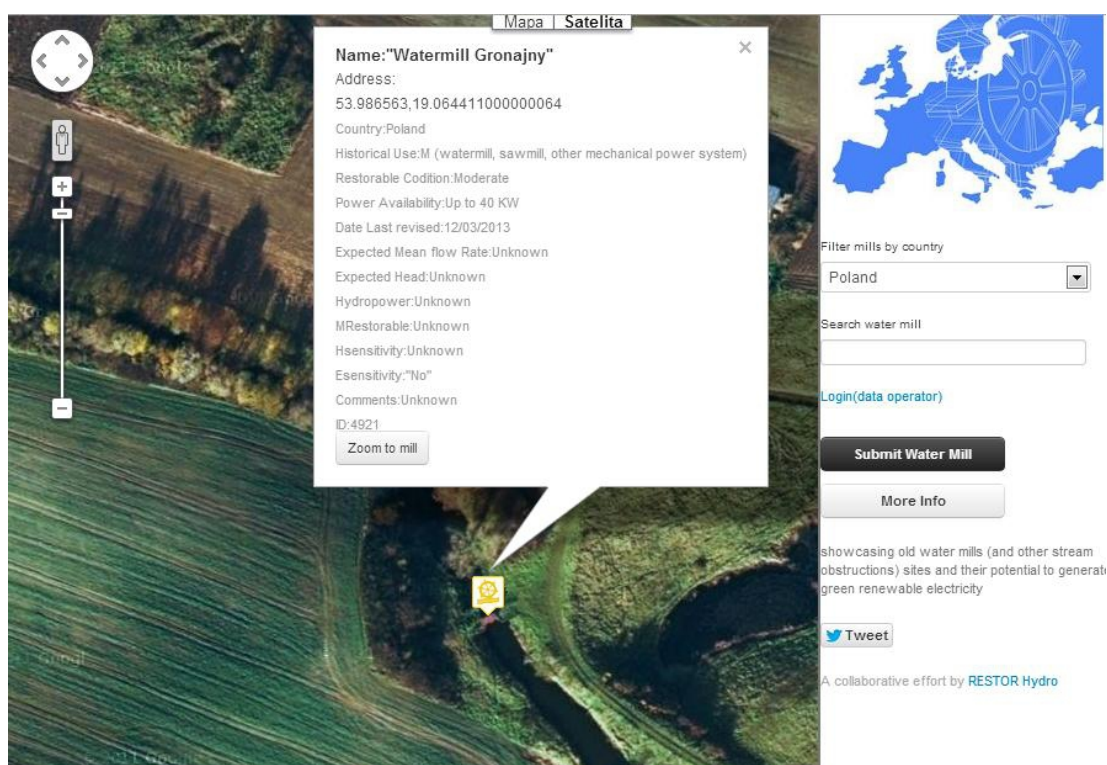
Realizacja tej części zadań projektowych przez polskich konsultantów rozpoczęła się na dobre po przygotowaniu przez jednego z belgijskich partnerów - firmę NettoWatt portalu internetowego projektu (www.restor-hydro.eu) i wytycznych dotyczących wprowadzania danych do stworzonej bazy. Polscy konsultanci rozpoczęli wówczas identyfikację potencjalnych źródeł danych zawierających lokalizacje oraz parametry jazów i starych młynów wodnych na terenie Polski. Dokonano przeglądu materiałów dostępnych w wewnętrznych zasobach TRMEW oraz nawiązano współpracę z podmiotami prywatnymi oraz urzędami administracji publicznej, które dysponują bazami lokalizacji, a także informacjami o istniejących budowlach hydrotechnicznych na terenie całego kraju. Instytucje, od których pozyskano dane to Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej, Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urzędów Wodnych, Sztab Generalny Wojska Polskiego, Archiwum Akt Nowych oraz Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Planowane jest poszerzenie pozyskanych z tych źródeł danych o zestawienia będące w posiadaniu między innymi Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej i Ministerstwa Rolnictwa i Wsi.

Ze względu na znaczne zróżnicowanie danych w zakresie ich dokładności, zawartości oraz formy, konieczna była ich weryfikacja pod kątem przydatności dla projektu. W kilku sytuacjach okazało się, że materiały nie nadają się do wykorzystania, bowiem część z nich była nieaktualna lub przekazana w formie analogowej.

Zespół operacyjny projektu dysponując materiałami źródłowymi i wytycznymi dotyczącymi ich dostosowania do potrzeb projektu, opracował wewnętrzną metodologię wprowadzania danych do bazy. Szczególną uwagę trzeba było zwrócić na to, by w ramach zespołu opracowującego dane nie dublowano wykonywanych czynności, a także na kwestię poprawnej identyfikacji tych samych obiektów występujących w różnych źródłach oraz na problem odpowiedniego formatu wprowadzanych informacji i weryfikacji ich poprawności.

Mapa RESTOR Hydro oparta jest na interaktywnym podkładzie mapowym Google, który umożliwia wyświetlanie podstawowych treści na mapie topograficznej lub obrazach satelitarnych, podstawową nawigację w obrębie mapy oraz filtrowanie danych. Dzięki temu użytkownik może dokładnie zlokalizować interesujący go obiekt, a także zapoznać się z jego charakterystyką, która obejmuje informacje takie jak: nazwa obiektu, współrzędne geograficzne, kraj, historyczne przeznaczenie, obecny stan techniczny, potencjał energetyczny, data aktualizacji, średni przepływ, spad, szacowana moc instalowana, informacje o możliwości przywrócenia obiektu do użytku, informacje o ograniczeniach związanych z ochroną obiektów zabytkowych, informacje o ograniczeniach związanych z ochroną środowiska i dodatkowe komentarze.

Dane o lokalizacjach i postępy w aktualizacji mapy można śledzić na stronie projektu: <http://www.restor-hydro.eu/tools/mills-map/>



Przykładowa lokalizacja z danymi o obiekcie na Mapie RESTOR Hydro

Polscy partnerzy projektu RESTOR Hydro rozpoczęli również działania związane z drugim jego etapem, czyli zainicjowaniem przedsięwzięć, mających na celu odbudowę i uruchamianie zinventaryzowanych wcześniej obiektów. Wytypowano wstępnie 15 lokalizacji (jazy lub młyny), spośród których minimum trzy będą wybrane do rozpoczęcia procesu odbudowy. Inwestycje polegające na odbudowie zrujnowanych budowli hydroenergetycznych realizowane będą przez specjalnie w tym celu powołane spółdzielnie, których udziałowcami będą przedstawiciele lokalnej społeczności: właściciele nieruchomości, lokalni przedsiębiorcy, gminy, fundacje, stowarzyszenia ekologiczne itp. Obecnie partnerzy projektu prowadzą rozmowy z potencjalnymi udziałowcami w wybranych lokalizacjach i przygotowują się do przeprowadzenia szczegółowego audytu zakwalifikowanych do odbudowy obiektów.

Autorka

Ewa Malicka, mgr, w roku 1997 ukończyła studia z zakresu zarządzania i marketingu na Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, a w roku 2003 z zakresu filozofii na Wydziale Nauk Społecznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Do roku 2007 prowadziła własną działalność gospodarczą. Od roku 2007 pracuje w rodzinnej firmie zajmującej się budową i eksploatacją małych elektrowni wodnych. Od roku 2009 współpracuje z Towarzystwem Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych w zakresie spraw międzynarodowych. Reprezentuje TRMEW w Zarządzie European Small Hydropower Association (ESHA). Od roku 2011 pełni funkcję Członka Zarządu TRMEW.



Energetyka wodna a ekologia – przez dialog do celu

Emanuela Boretzki

Green Heritage Wasserkraft GmbH
Spinnereisstraße 7, D - 04179 Leipzig

Energetyka wodna zapoczątkowała uprzemysłowienie Europy Środkowej - ludzkość wiele jej zawdzięcza. Jednakże z biegiem czasu została ona częściowo wyparta z rynku przez inne źródła energii użytecznej. W szczególności wraz z zaprzestaniem użytkowania młynów wodnych w ubiegłym stuleciu, przede wszystkim w latach sześćdziesiątych, małe siłownie oraz minielektrownie wodne utraciły swoje dawne znaczenie. Dzisiaj, w trakcie toczącej się dyskusji o świadomości ekologicznej, np. "prąd bez CO₂", obiekty te zyskują znowu na wartości - również z uwagi na swoją rentowność. Na przykład w niektórych starych młynach znów miele się zboże korzystając z energii pozyskiwanej w sposób przyjazny dla środowiska.

Poza tym stare młyny są nieodłącznym elementem dziedzictwa kulturowego. Są one świadkami rozwoju techniki w minionych czasach. Należy je zachować dla przyszłych pokoleń jako chronione pomniki przeszłości, imponujące swoimi walorami funkcjonalnymi. Powinniśmy czuć się nie tylko powołani, ale wręcz zobowiązani do utrzymywania i rewitalizacji tych obiektów hydrotechnicznych wraz z ich wyposażeniem, przyczyniając się w ten sposób do wzrostu wytwarzania prądu bez emisji CO₂!

Mała energetyka wodna odzyskuje swoją pozycję również w Polsce. Duże możliwości otwiera tutaj Ramowa Dyrektywa Wodna. Jako pierwsza europejska norma wiążąca wykorzystuje ona wyraźnie instrumenty ekonomiczne do realizacji celów polityki proekologicznej. Stosowanie dostępnych środków należy łączyć ze sobą możliwie efektywnie. Ponieważ na naszych rzekach istnieje duże zapotrzebowanie na działania zmierzające do poprawy stanu środowiska, energetyka wodna może zostać wykorzystana jako instrument finansowy. Z jednej strony można reaktywować stare, nieużywane obiekty, z drugiej - można sfinansować udrożnienie istniejących stopni piętrzących z środków przeznaczonych jednocześnie na instalację najnowszej techniki turbinowej.

Utrzymanie i dbałość o urządzenia hydrotechniczne i stopnie wodne są dziś zadaniami bardziej pilnymi niż kiedykolwiek. W ramach wdrażania wyżej wymienionej Ramowej Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej konieczne jest ponowne uruchomienie wszystkich istniejących starych instalacji oraz zagospodarowanie zbudowanych przed dziesiętkami lat stopni wodnych w celu wytwarzania energii elektrycznej w sposób wolny od emisji CO₂. Pozyskiwanie energii elektrycznej w instalacjach tego rodzaju jest znaczącym wkładem w ochronę klimatu. W żadnym wypadku nie może dojść do tego, że przez wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej restrykcyjnymi środkami ten rozpoczęty już proces reaktywacji najmniejszych obiektów energetyki wodnej zostanie zatrzymany tylko dlatego, że statystycznie nie odgrywają one dużej roli w wytwarzaniu energii elektrycznej.

W historycznie dopasowanych do krajobrazu elektrowniach wodnych, na różnych rzekach Europy, wprawiane są w ruch niezliczone turbiny. Przy zagwarantowanym poziomie wynagrodzenia za dostarczaną energię elektryczną może wzrosnąć produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych bez ponownej masywnej ingerencji w środowisko naturalne poprzez kosztowne stopnie wodne i piętrzenia. Równolegle, w ramach modernizacji, poprawia się standard ekologiczny instalacji na rzece, np. przez nowe przepławki dla ryb, nowoczesne kraty wlotowe oraz ewentualne działania renaturyzacyjne.

Modernizacji ekologicznej służą działania, poprzez które osiągnięty zostaje zdefiniowany w Ramowej Dyrektywie wodnej *dobry stan ekologiczny* względnie *dobry potencjał ekologiczny* wód płynących. Każdy operator elektrowni wodnej ma możliwość wpłynięcia poprzez działania modernizacyjne na stan wód powierzchniowych i na sąsiadujące z nimi zależne od wody biotopy. W Niemczech, na przykład, otrzymuje się taryfę gwarantowaną za tego rodzaju działania.

Zgodnie z § 20 niemieckiej Ustawy o Energii Odnawialnej do oceny ekologicznej użytkowania energii odnawialnych oraz ich oddziaływania na środowisko naturalne i krajobraz niezbędne jest sprawozdanie z doświadczeń. W przypadku energetyki wodnej taką ocenę można wydać na podstawie wyników pomiarów, które muszą zostać przeprowadzone zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną Unii Europejskiej przez właściwe władze w danym kraju związkowym. W przypadku wód powierzchniowych na dobry stan składają się komponenty stanu ekologicznego i chemicznego.

Ponieważ wiele działań skierowanych na polepszenie ekologii wód nie da się sfinansować z samego dwucentowego bonusu ekologicznego, należałoby pomyśleć w przyszłości o finansowaniu długoterminowym, około dwudziestoletnim, nieprowadzącym do najszybszego zysku z inwestycji. Z takich środków sfinansowane mogłyby zostać przepławki dla ryb lub małe ekologiczne modernizacje na rzekach.

Przy tym należy sprawdzić ogólne działania na rzecz poprawy stanu ekologicznego z punktu widzenia możliwości łącznej oceny odcinków wód płynących. Jeżeli na przykład w bezpośrednim otoczeniu instalacji hydrotechnicznej nie można dokonać poprawy stanu ekologicznego, to operator elektrowni wodnej mógłby przeprowadzić czynności renaturyzacyjne oraz inne działania zastępcze w innym miejscu. W każdym razie działania te powinny prowadzić do optymalizacji poprawy habitatów flory i fauny. Również w Polsce takie starania muszą w przyszłości być wynagradzane finansowo.

Otrzymuje się w ten sposób szansę na poprawę komunikacji pomiędzy rybakami, obrońcami przyrody i eksploatatorami elektrowni wodnych. Wspólnym celem musi być wykorzystywanie potencjału energii wodnej w celach jej długotrwałego pozyskiwania, lecz tylko pod warunkiem ekologicznej ochrony wód płynących.

Innowacja techniczna dla małej energetyki wodnej – turbina VT

Podstawa naszego rozwiązania technicznego stało się doświadczenie praktyczne oraz poszukiwania ekonomicznego rozwiązania dla małych elektrowni wodnych. Chodzi o turbinę poziomą z zanurzalnym, trwale wzbudzonym generatorem synchronicznym bez przekładni. Turbinę można instalować już przy spadzie jednego metra. Turbina charakteryzuje się budową modułową, a typoszereg obejmuje typowielkości o mocy od 30 kW do 120 kW. Sprawność całkowita wynosi około 80% i jest uzyskiwana dzięki stosowaniu indywidualnie dopasowanej do warunków lokalnych, precyzyjnej współpracy kierownicy i wirnika turbiny. Taki turbozespół umożliwia utrzymanie nakładów inwestycyjnych na bardzo niskim poziomie. Wynika to między innymi stąd, że nie trzeba budować kosztownej hali maszyn i znacznie ułatwiony jest montaż w dowolnym miejscu pod ziemią lub też pod wodą.

Hydrozespoły tego typu charakteryzują się istotnymi zaletami ekonomicznymi i ekologicznymi. Krajobraz nie zostaje zakłócony budynkami maszynowni, a wody powodziowe nie prowadzą do żadnych uszkodzeń. Brak jest emisji takich, jak hałas czy wibracje, żeby wymienić tylko niektóre zalety.

Podsumowując:

Elektrownie wodne są nie tylko przyjaznymi dla środowiska producentami energii, lecz obejmują także budowlę hydrotechniczne, które mogą dotkliwie zakłócić stan ekologiczny wód. Absolutnie niezbędne są nowe założenia w podejściu zarówno do ochrony przyrody jak i do małej energetyki wodnej. Należy starannie i krytycznie sprawdzać wpływ dużych koncernów energetycznych na politykę i tym samym i ustawodawstwo oraz na władze wydające pozwolenia, ponieważ uproszczenie postępowania w sprawach o wydanie pozwolenia jest pilnie potrzebne. Upowszechnianie pozytywnych przykładów i rozwiązań może być pierwszym krokiem we właściwym kierunku.

Konflikt pomiędzy interesami ekonomicznymi operatorów małych elektrowni wodnych a celem środowiskowym nienaruszalności ekologicznej wód płynących może zostać rozwiązany tylko wtedy, gdy dojdzie do otwartego dialogu zainteresowanych stron. Wzajemne kroki w tym kierunku są nieodzowne, aby w tych okolicznościach osiągnąć optymalne rozwiązanie. Obecne wymogi prawne i wynikające z nich dobre możliwości finansowe oferują wszystkim zainteresowanym duże szanse przybliżenia się do osiągnięcia poszczególnych celów.

Przywołania

1. Deutsche Umwelthilfe: *Lebendige Flüsse – Blick in die Zukunft*
2. Grüne Liga e.V.: *Informationen zur EG-Wasserrahmenrichtlinie*
3. Umweltbundesamt.: *Fließgewässer*
4. **Dr. Wolfgang Peters.:** *Naturschutzstandards Erneuerbare Energien*

Autor

Emanuela Boretzki ukończyła w roku 2006 studia architektury krajobrazu i planowania środowiska na Wyższej Szkole Inżynierskiej w Berlinie (*Technische Fachhochschule Berlin*). Później pracowała dla szeregu biur planistycznych z różnym zakresem zadań, aż w roku 2010 założyła firmę *Green Heritage Wasserkraft GmbH & Co.KG* (obecnie *Green Heritage Wasserkraft Entwicklungs-GmbH*), a następnie w roku 2011 również fundację *E-Werk Cottbus Stiftung*, a w roku 2012 fundację *Green Heritage Technologie und Naturschutz Stiftung*. W roku 2012 ukończyła studium mediacji, a w roku 2013 uzyskała tytuł *Business Coach*.

Potencjalne możliwości magazynowania energii w krajowej energetyce wodnej

mgr inż. Stanisław Lewandowski

Towarzystwo Elektrowni Wodnych,
Hydroconsult

dr hab. inż. Adam Adamkowski

dr inż. Mariusz Lewandowski

Instytut Maszyn Przepływowych PAN
im. prof. Roberta Szewalskiego,
Gdańsk

W referacie przedstawiono aktualne zdolności akumulacji energii w krajowych wodnych elektrowniach zbiornikowych oraz oceniono możliwości wykorzystania tych zdolności. Ocenia się, że elektrownie zbiornikowe dysponują możliwością akumulacji ponad 20 GWh energii. Możliwości te nie są obecnie wykorzystywane z powodu drastycznych ograniczeń w dysponowaniu, tzw. warstwą użytkową wody w zbiornikach wodnych, która w założeniach projektowych i przez długi czas eksploatacji elektrowni była wykorzystywanym do świadczenia usług regulacyjnych potencjałem energetycznym. Działania organizacji ekologicznych na etapie wznowień decyzji wodnoprawnych zablokowały w wielu elektrowniach możliwość zmiany poziomu wody w zbiornikach przelektrownianych, uzasadniając to do końca niepotwierdzonymi argumentami negatywnego wpływu tych zmian na środowisko naturalne. Należy przy tym podkreślić, że w ogromnej większości zbiorniki przelektrowniane stanowią sztuczne budowle hydrotechniczne, utworzone dla potrzeb zbudowanych elektrowni wodnych. W związku z coraz większym nasyceniem systemu energetycznego niespokojnymi źródłami wytwarzania, jakimi są elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne, istnieje pilna potrzeba lokalizacji w systemie energetycznym magazynów energii oraz źródeł wytwarzania, które będą zdolne do zbilansowania nieplanowanych ubytków i nadwyżek produkowanej energii przez te elektrownie.

Autorzy referatu podjęli próbę technicznej oceny efektów regulacyjno – interwencyjnych elektrowni zbiornikowych w warunkach pracy z pełnym odblokowaniem zdolności akumulacyjnych. Przedstawiono również propozycję wyposażenia w człony pompowe elektrowni, które dysponują odpowiednią infrastrukturą hydrotechniczną w postaci możliwości akumulacji wody w zbiornikach dolnych, oraz związane z tym rozszerzenie możliwości świadczonych usług regulacyjnych, zwłaszcza w lokalnych systemach energetycznych.

Autorzy

Adam Adamkowski, dr hab. inż., absolwent Politechniki Gdańskiej. Obecnie profesor nadzwyczajny, kierownik Zakładu Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN. Główne zainteresowania zawodowe to m.in. analizy i badania zjawisk niestacjonarnych w układach przepływowych pomp wirowych i turbin wodnych, zagadnień projektowania i eksploatacji wirowych maszyn wodnych, badań energetycznych i diagnostycznych tych maszyn w warunkach eksploatacyjnych.

Mariusz Lewandowski, dr inż., absolwent Politechniki Gdańskiej. Obecnie adiunkt w Zakładzie Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN. Główne zainteresowania zawodowe to m.in.: przepływy niestacjonarne w przewodach zamkniętych, badania maszyn przepływowych.

Stanisław Lewandowski, mgr inż., absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w sektorze elektroenergetycznym od 1973 roku: kierownik w Elektrowni Turów, kierownik ruchu w Elektrowni Szczytowo-Pompowej Żarnowiec, zastępca dyrektora w Hydromex Sp. z o.o., dyrektor w ESP S.A. (obecnie PGE Energia Odnawialna), dyrektor w Elektrowni Górnej Odry sp. z o.o., dyrektor w ENERGA Zakład Elektrowni Wodnych Sp. z o.o. Obecnie prowadzi własną firmę konsultingową LS HydroConsult, oferującą usługi dla szeroko rozumianego sektora energetyki wodnej. Od momentu powstania Towarzystwa Elektrowni Wodnych zaangażowany w jego działalność. W latach 1992 i 1996 pełnił funkcję wiceprzewodniczącego, w latach 1996-99 i 2003-08 był prezesem TEW. Aktualnie jest pełnomocnikiem Zarządu. Jest autorem licznych publikacji dotyczących głównie sektora hydroenergetycznego.

Aktualny stan gotowości elektrowni wodnych do pełnienia roli źródeł rozruchowych w systemie elektroenergetycznym

Stanisław Lewandowski

HYDROCONSULT

ul. Glińskiego 13, 84-239 Bolszewo

Emil Ostajewski

EKOEN-EKSPERT

Ul. Brzozowa, 84-200 Kapino

Awaria systemu elektroenergetycznego 26 czerwca 2006 r. potwierdziła wyrażaną w środowisku energetyków opinię, że blackout w polskim systemie elektroenergetycznym nie da się z całą pewnością wykluczyć, a skutki takiej awarii mogą być katastrofalne. Ponadto, w związku z szeregiem mniej i bardziej rozległych awarii zasilania, podczas coraz częściej występujących ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, należy liczyć się z możliwością utraty zasilania w dużych fragmentach systemu krajowego (awarie sieciowe).

Stanom katastrof w systemie elektroenergetycznym o wymiarze globalnym lub kontynentalnym można przeciwdziałać (od profilaktyki po restytucję) również działaniami w skali systemów lokalnych. Centralne działania na rzecz obrony i restytucji Krajowego Systemu Elektroenergetycznego mogą być efektywnie wspierane przez wykorzystywanie ognisk energetyki rozproszonej, głównie lokalnych źródeł małej energetyki wodnej. Podejmowanie działań lokalnych (zasada BOTTOM-UP), zapobiegających przerwom w dostawach energii elektrycznej jest coraz częściej stosowaną praktykę.

Wewnętrzne/lokalne obszary zasilania w warunkach awarii systemowej będą samoistnie tworzyć „wyspy”, które mogą z powodzeniem uczestniczyć w programach odbudowy napięcia w systemie.

W przypadkach rozległych awarii systemowych, gdy źródła wytwórcze nie przeszły do pracy z obciążeniem potrzebami własnymi lub do pracy z lokalnym obciążeniem wyspowym, odbudowa systemu może być skutecznie realizowana wówczas, gdy jeden z bloków elektrowni systemowej zostanie uruchomiony z zewnętrznego źródła. Jest to jeden z podstawowych kierunków strategicznych programów odbudowy. Do realizacji tego celu Operator Systemu Przesyłowego, czy też w przypadku lokalnego blackoutu, Operator Systemu Dystrybucyjnego musi dysponować niezawodnymi i wysoce regulacyjnymi źródłami wytwórczymi. Te jednostki wytwórcze pełnią w programach odbudowy systemu funkcje jednostek wiodących. Takimi źródłami, niemal idealnie spełniającymi warunki prowadzenia pracy wyspowej, są hydrozespoły elektrowni wodnych. Nie tylko mogą one brać udział w fazie odbudowy napięcia w systemie, lecz także, jak pokazują doświadczenia, utrzymywać częstotliwość w pracy wyspowej. W rzeczywistych warunkach, jakie mogą zaistnieć po całkowitym zaniku napięcia w systemie, praca na system wydzielony może trwać nawet kilkanaście i więcej godzin. W światowej energetyce, odbudowa napięcia w systemie i doprowadzanie jego struktury do normalnego stanu liczy się nie w minutach lecz w dziesiątkach godzin i to w systemach mocniejszych i silniej powiązanych z systemami sąsiednimi niż nasz krajowy system elektroenergetyczny. Z tego należy wyprowadzić wniosek, że źródła wysoce niezawodne i dysponujące szerokim pasmem regulacji o wymaganych parametrach technicznych powinny być uwzględniane i wpisane w podstawowe założenia strategii odbudowy systemu po wystąpieniu blackoutu.

Elektrownie wodne dużej i średniej mocy oraz ponad 150 małych elektrowni wodnych jest wyposażonych w odpowiednie urządzenia i aparaturę pozwalającą osiągać parametry techniczne, które predestynują je do pełnienia roli podstawowych/wiodących źródeł wydzielonych obszarów sieci rozdzielczych. Do wysoce pozytywnych cech technicznych tych elektrowni, które powinny być wykorzystane podczas realizacji planu obrony KSE, należą:

- wysoka interwencyjność;
- dynamika zmian obciążenia - duży zakres zmian obciążenia mocą czynną i bierną;
- bezprzerwowa realizacja zmian systemów pracy hydrozespołów;
- pewność i elastyczność ruchowa;
- możliwość pełnej automatyzacji procesu;
- możliwość utrzymywania długotrwałej pracy z odpowiadającym uwarunkowaniom hydroenergetycznym obciążeniem.

Elektrownie te, w większości rozmieszczone na peryferiach rozdzielczych sieci zasilających i stanowią doskonałe źródła wytwarzania do tworzenia ognisk generacji rozproszonej.

Pierwsze próby podejmowania świadomej pracy elektrowni wodnych na wydzielone ciągi linii przesyłowych w celu zasilania potrzeb własnych bloków cieplnych zostały wykonane w 1994 roku. Mówi się tutaj o „próbach podejmowanych świadomie”, gdyż prace hydrozespołów na sieci wydzielone zdarzały się dość często, szczególnie w latach wcześniejszych, gdy system nasz nie był połączony z systemem UCTE.

Od 1994 roku wykonano szereg prób z zaangażowaniem wielu elektrowni wodnych i cieplnych. Celem tych eksperymentów było:

- sprawdzenie możliwości samorozruchu elektrowni wodnych bez zasilania zewnętrznego oraz ocena czasu, jaki upłynął od zaniku napięcia do gotowości podania napięcia na sieć zewnętrzną,
- sprawdzenie poprawności technicznej oraz szybkości tworzenia drogi liniami elektroenergetycznymi z elektrowni wodnych do elektrowni cieplnych,
- określenie praktycznych warunków mocowych i napięciowych dla uruchomienia bloku elektrowni cieplnej,
- zinventaryzowanie parametrów przebiegów mocy rozruchowej i zachowanie się urządzeń w poszczególnych węzłach,
- potwierdzenie możliwości takich rozruchów i wskazanie zakresu niezbędnych zmian w pracy urządzeń i układów technologicznych oraz przeprowadzenia ewentualnych modernizacji niezbędnych przede wszystkim do przyspieszenia realizacji niektórych procedur określonych w programie odbudowy.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że mimo różnych problemów, jakie występowały na etapie przygotowania i samej realizacji, we wszystkich próbach osiągnięto zamierzony cel, tj. uruchomienie wskazanego w programie bloku cieplnego.

W niniejszym komunikacie przedstawiono historię dochodzenia poszczególnych elektrowni wodnych do roli źródeł wiodących przy odbudowie systemu elektroenergetycznego, zainteresowanie OSP udziałem elektrowni wodnych w programach restytucji systemu po rozległej awarii oraz współpracę z lokalnymi spółkami dystrybucyjnymi. Zaprezentowano także możliwości techniczno – organizacyjne udziału elektrowni wodnych w programach odbudowy KSE wraz z rozwiązaniami techniczno – organizacyjnymi, jakie wprowadzono w elektrowniach dla osiągnięcia wymaganych parametrów dla świadczenia tej usługi. Podkreślono, że wdrażanie zasady „BOT-TOM-UP”, (wspomaganie i zastępowanie planowania sektora elektroenergetycznego), to nie tylko szansa na podniesienie poziomu bezpieczeństwa zasilania odbiorców lokalnych na peryferiach obszarów zasilania w KSE, to także szansa na intensyfikację rozwoju regionalnego.

Autorzy

Stanisław Lewandowski, mgr inż., absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w sektorze elektroenergetycznym od 1973 roku: kierownik w Elektrowni Turów, kierownik ruchu w Elektrowni Szczytowo-Pompowej Żarnowiec, zastępca dyrektora w Hydromex Sp. z o.o., dyrektor w ESP S.A. (obecnie PGE Energia Odnawialna), dyrektor w Elektrowni Górnej Odry sp. z o.o., dyrektor w ENERGA Zakład Elektrowni Wodnych Sp. z o.o. Obecnie prowadzi własną firmę konsultingową LS HydroConsult, oferującą usługi dla szeroko rozumianego sektora energetyki wodnej. Od momentu powstania Towarzystwa Elektrowni Wodnych zaangażowany w jego działalność. W latach 1992 i 1996 pełnił funkcję wiceprzewodniczącego, w latach 1996-99 i 2003-08 był prezesem TEW. Aktualnie jest pełnomocnikiem Zarządu. Jest autorem licznych publikacji dotyczących głównie sektora hydroenergetycznego.

Emil Ostajewski, mgr inż., absolwent Politechniki Wrocławskiej, Wydział Elektryczny. W latach 1989-1999 pracownik Zakładu Energetycznego Wrocław, Wydział Automatyki i Zabezpieczeń, a następnie Wydziału Elektrowni wodnych. W latach 1999-2004 pracownik Dyrekcji Zarządzania Majątkiem ESP SA. Od 2004 samodzielna działalność gospodarcza związana wyłącznie z zawodową energetyką wodną. Współudział Najważniejszą pracą prowadzoną w ramach działalności gospodarczej, to oczywiście Żydowo, czyli współudział w opracowaniu koncepcji modernizacji EWSP Żydowo, a następnie koordynacja prac prowadzonych w formie Inwestorstwa Zastępczego na zlecenie Energoprojektu Warszawa.

Sesja III

Energetyka wodna w poszukiwaniu swojej szansy - debata panelowa

Session III

Hydropower in search of opportunities for the sector - Panel debate

3. S.Lewandowski:
Założenia do dyskusji panelowej

Energetyka wodna w poszukiwaniu szans. Założenia do dyskusji panelowej

mgr inż. Stanisław Lewandowski

Towarzystwo Elektrowni Wodnych,
Hydroconsult

Celem debaty jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie:

Co należy zrobić i jak działać żeby stworzyć dogodne warunki do rozwoju energetyki wodnej w Polsce oraz podnieść rentowność eksploatowanych elektrowni wodnych?

- Czy można skrócić czas trwania procedur przedinwestycyjnych? Jakie fazy tego procesu w opinii hydroenergetyków stanowią „wąskie gardło” tego procesu? Jakie kroki powinno przedsięwziąć środowisko energetyków wodnych żeby zlikwidować zatory administracyjne? Dobre praktyki – przykłady pozytywnych rozwiązań.
- Czy energetyka wodna szkodzi środowisku naturalnemu, czy je chroni? Czy pozytywne efekty wykorzystywania odnawialnych zasobów energii wodnej to prawda czy fikcja stworzona przez hydroenergetyków? W jaki sposób przekonać decydentów odpowiedzialnych za gospodarkę wodną, leśnictwo i rolnictwo, turystykę i rekreację, transport wodny i lądowy do uwzględniania planach rozwojowych dodatkowych efektów związanych z instalowaniem hydroelektrowni przy budowanych obiektach hydrotechnicznych i takiego planowania żeby wykorzystać infrastrukturę budowlaną i hydrotechniczną lokalizowanych elektrowni wodnych?
- Czy wachlarz usług jaki mogą świadczyć elektrownie wodne dla systemu elektroenergetycznego w ujęciu systemowym i lokalnym posiada wymierną wartość? Czy jest możliwe pozyskiwanie dodatkowych wpływów z tytułu dysponowania gwarancjami pochodzenia? Czy tworzony rynek mocy może stać się dodatkową szansą dla właścicieli elektrowni wodnych? Czy jest możliwe tworzenie zespołów hybrydowych, w których elektrownie wodne pełnią funkcję stabilizatorów w lokalnych i systemowych obszarach bilansowania energii? Czy formuła mikroinstalacji stanowi szansę dla właścicieli tysięcy niewykorzystanych i popadających w ruinę stopni wodnych zbudowanych dla potrzeb zasilania młynów wodnych, tartaków, foluszy, kuźni i innych zakładów przemysłowych, rzemieślniczych i usługowych i czy restauracja tych historycznych w większości obiektów może stanowić pozytywny impuls dla rozwoju rynku usług w wymiarze lokalnym.
- Jak powinno zorganizować się środowisko hydroenergetyki i środowiska związane z energetyką wodną w sposób bezpośredni i pośredni, żeby skutecznie usuwać bariery ograniczające i wręcz hamujące zrównoważony rozwój przemysłu i usług bazującego na wykorzystywaniu odnawialnego źródła energii jakim jest energia spiętrzonych wód.

Autor

Stanisław Lewandowski, mgr inż., absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w sektorze elektroenergetycznym od 1973 roku: kierownik w Elektrowni Turów, kierownik ruchu w Elektrowni Szczytowo-Pompowej Żarnowiec, zastępca dyrektora w Hydromex Sp. z o.o., dyrektor w ESP S.A. (obecnie PGE Energia Odnawialna), dyrektor w Elektrowni Górnej Odry sp. z o.o., dyrektor w ENERGA Zakład Elektrowni Wodnych Sp. z o.o. Obecnie prowadzi własną firmę konsultingową LS HydroConsult, oferującą usługi dla szeroko rozumianego sektora energetyki wodnej. Od momentu powstania Towarzystwa Elektrowni Wodnych zaangażowany w jego działalność. W latach 1992 i 1996 pełnił funkcję wiceprzewodniczącego, w latach 1996-99 i 2003-08 był prezesem TEW. Aktualnie jest pełnomocnikiem Zarządu. Jest autorem licznych publikacji dotyczących głównie sektora hydroenergetycznego.

Sesja IV

**Doświadczenia z projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni wodnych
- dobre praktyki, wnioski z niepowodzeń, nowe rozwiązania techniczne**

Session IV

**Experience in design, erection and operation of hydropower plants
– good practices, lessons learnt, novel technical solutions**

- 4.1. R.Storbekk:
Modularized and standardized concept for low head hydropower plants
- 4.2. J.Steller, K.Felicjancik, A.Henke, W.Janicki, Z.Krzemianowski:
*Badania małych hydrozespołów niskospadowych
- metodyka i doświadczenia praktyczne z polskich elektrowni wodnych*
- 4.3. A.Błaszczyk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki:
*Ustalenie przyczyn pulsacji układu regulacji turbiny
i sposób ich likwidacji*
- 4.4. A.Błaszczyk, A.Papierski, G.Koźba, A.Werner, D.Woźniak, M.Nawrocki:
Remont hydrozespołu Kaplana. Modernizacja układu regulacji
- 4.5. P.Szulc, J.Plutecki:
*Możliwości wykorzystania przepływu biologicznego
do produkcji energii elektrycznej*
- 4.6. J.Plutecki, J.Tomalik:
*Analiza powstawania odskoku hydraulicznego
podczas przepuszczania wód powodziowych*

Modularized and standardized concept for low head hydropower plants

Robert Storbekk

Small Hydropower Company
Norwegian Hydropower AS,
Kanalveien 119, 5068 Bergen, Norway

Hydropower plants are normally constructed in a way that the electromechanical equipment is designed to fit the river so that it is technically economically optimized for the particular head and flow. This means that the power plant is tailored in each case, with respect to engineering and manufacturing. For large and medium sized hydropower plants, this is in practice the only way to do it. For small hydropower plants is mostly the same, but here we often see that the construction cost is too high for the power plants in order to become economically profitable. This particularly applies to plants with low head and large flow, since the physical dimensions for such machines are rather big. Investigations carried out by the Norwegian Water Resources and Energy Directorate in 2010 confirms this relationship.

Norwegian Hydropower AS is now working to bring forward a new concept of low head hydropower plants, suitable for rivers with large flow and low head.

The concept, which is patented, is based on modularized and standardized generator units designed for mass production. The concept represents considerably lower costs than for conventional turbine solutions.

Our solution implies that we use standardized modules that are designed for specific combinations of head and flow. The bigger water flow in the river the higher number of generator modules are installed. It is established a threshold in the river, and a water channel in parallel to the river downstream of the threshold. This way a certain constant head is obtained by the inlet of the generator modules.

A number of such thresholds and power plants can be installed in cascade over longer distances of the river. The power plants can be electrically interconnected before they are connected to the grid.

The advantages of the concept are:

- significantly lower cost than conventional solutions
- standardized equipment, simplified and more rational installation
- greater predictability and lower risk with regard to the efficiency and quality

Internationally, there is a large hydropower potential not yet exploited in rivers with low head and large flow.

Norwegian Hydropower AS's business idea is to build, own, operate and transfer small hydropower plants internationally. The business model is based on joint venture together with a regional partner in the respective countries.

At the moment we are seeking such partners in Poland.

References

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat.** *Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg (<10 000 kW).* Håndbok 1/2010. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo 2010
2. **Patentstyret.** *Certificate of registration. Patent nr.: 332363.* Patentstyret, Oslo 2012

Author

Robert Storbekk is a graduate M.Sc in electrical engineering from NTNU in Trondheim, and economics from NHHK in Bergen. He has run his own business in the electricity sector since 1993. Before 1993 Storbekk has been employed as a department manager in BKK Nett AS (formerly Bergen Lysverker) and as project engineer at ABB Kraft AS. Storbekk has interests and directorships in several companies, including MiniHydro Norge AS, which is a partly owned subsidiary of Norwegian Hydropower AS. MiniHydro Norge AS is a supplier of electromechanical equipment, and owner of the patented low head concept mentioned above.

Badania małych hydrozespołów niskospadowych - metodyka i doświadczenia praktyczne z polskich elektrowni wodnych

**Janusz Steller, Karol Felicjancik, Adam Henke,
Waldemar Janicki, Zbigniew Krzemianowski**

Instytut Maszyn Przepływowych im. R. Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk
ul. Fiszer 14, 80-952 Gdańsk

Badania hydrozespołów w warunkach eksploatacyjnych podejmowane są zwykle w związku z ich rozruchem, optymalizacją pracy elektrowni, koniecznością ustalenia przyczyn obserwowanych niesprawności, decyzją o ewentualnym remoncie lub wymianie oraz oceną skuteczności podjętych działań - w tym sprawdzeniem dotrzymania gwarancji deklarowanych przez dostawcę.

Z uwagi na stosunkowo wysokie koszty, zakres badań rozruchowych i odbiorczych w małych elektrowniach wodnych jest zwykle mniejszy niż w elektrowniach dużych. Z reguły przeprowadza się wszystkie próby ruchowe związane z niezawodnością i bezpieczeństwem pracy – w tym uruchomienie, ruch w stanie ustalonym, odstawienie normalne i awaryjne, łącznie ze zrzutami obciążenia, a także ruch próbny, który powinien obejmować różne stany pracy maszyny. W przypadku maszyn o podwójnej regulacji zaleca się optymalizację zależności kombinatorycznych. W przypadku maszyn średniej wielkości (100 kW i więcej) przeprowadza się często badania wskaźnikowe zmierzające do sprawdzenia kształtu charakterystyk energetycznych. Pełne badania energetyczne, obejmujące wyznaczenie sprawności bezwzględnej, prowadzone są zwykle w przypadku prototypów lub stosunkowo dużych hydrozespołów (o mocy rzędu 1 MW i więcej). Ten punkt widzenia odzwierciedla dobrze norma PN EN 62006 [1], która wyróżnia 3 klasy odbiorczych badań energetycznych (tabela 1).

Tabela 1 Zakres odbiorczych badań energetycznych w zależności od ich klasy (PN EN 62006:2011)

Klasa	Opis ogólny	Wyznaczane parametry i charakterystyki energetyczne	Komentarze
A	Normalny program badań	Maksymalna moc osiągnięta	Program domyślny
B	Program rozszerzony	Moc maksymalna + kształty charakterystyk energetycznych (badania wskaźnikowe)	Program zalecany
C	Pełny program badań	Charakterystyki bezwzględne (łącznie ze sprawnością)	Program opcjonalny

W przypadku badań klasy B i C zasadnicze znaczenie ma pomiar natężenia przepływu. O ile pomiar wskaźnikowy zupełnie wystarcza dla badań klasy B, o tyle bezwzględna wartość natężenia przepływu jest niezbędna w przypadku badań klasy C. Badania klasy C powinny być prowadzone w sposób zgodny z zaleceniami normy PN EN 60041 [2]. Niestety, spełnienie niektórych z tych zaleceń nastręcza nieraz wiele trudności.

Kolejne zespoły badawcze IMP PAN prowadzą badania energetyczne w polskich elektrowniach wodnych od ponad półwiecza. Natężenie przepływu wyznaczane jest zwykle poprzez całkowanie pola prędkości w przekroju hydrometrycznym (metoda młynków hydrometrycznych), ale od lat 90-tych posługujemy się również metodą wzrostu ciśnienia w czasie (Gibsona), a niekiedy metodami akustycznymi. W przypadku braku warunków do stosowania metod ciśnienia różnicowego (metoda Winter-Kennedy'go), metody młynkowe i akustyczne są stosowane również do badań wskaźnikowych. W referacie zwrócono szczególną uwagę na niektóre aspekty pomiaru przepływu techniką młynków hydrometrycznych, a także na najważniejsze wnioski praktyczne wypływające z badań prowadzonych pozostałymi metodami.

Podstawowa trudność przy pomiarze przepływu w niskospadowym obiekcie hydroenergetycznym polega zwykle na braku dobrze zdefiniowanego przekroju hydrometrycznego, przecinającego prostopadle należycie uporządkowane pole prędkości. W praktyce pomiary prowadzi się stosując sondy pionowe lub trawersy poziome na ujęciu wody (np. we wnękach na zastawki remontowe) lub kratownice w kanale doprowadzającym wodę bezpośrednio na wlot turbiny. Rzadziej umiejscawia się przekrój hydrometryczny w kanale derywacyjnym lub odpływowym. Celem zmniejszenia niepewności związanej z napływem nierównoległym do osi młynków najlepiej stosować tzw. młynki komponentowe. W przypadku ich braku właściwym rozwiązaniem może być odchylenie młynków w kierunku linii prądu wynikających z trójwymiarowych obliczeń CFD.

Dostęp do techniki komputerowej sprawił, że na początku lat 90-tych zarzuciliśmy dotychczas stosowaną technikę całkowania pola prędkości przy użyciu planimetru ręcznego na rzecz całkowania przy użyciu funkcji sklejaných trzeciego stopnia z odpowiednimi modyfikacjami w pobliżu ścianek i powierzchni swobodnej. Liczne testy dowiodły dobrej zgodności tej metody z metodą graficzną, a także z metodą numeryczną zalecaną przez normę ISO 3354. Oczywiście zaletą metody funkcji sklejaných w porównaniu z metodą graficzną jest szybkość obliczeń, zaletą w porównaniu z innymi metodami zalecanymi przez normę ISO 3354 jest możliwość szybkiego wykrycia nieregularności dzięki wizualizacji uzyskiwanych profili prędkości. W latach następnych do grupy stosowanych przez nas metod numerycznych dołączyła metoda niejednorodnych wymiernych funkcji sklejaných Béziera (NURBS, *Non-Uniform Rational B-Splines*).

Podczas badań wskaźnikowych posługujemy się często stacjonarnymi sondami pionowymi (nie mniej niż trzy) umieszczonymi na ujęciu wody. W przypadku nowych turbin rurowych oraz turbin Kaplana z komorą spiralną zdecydowanie zalecamy jednak wyposażanie ich w instalacje do pomiaru ciśnienia różnicowego. Doświadczenie uczy, że optymalizacja ustawienia zależności kombinatorycznej już w trakcie badań rozruchowych może zdecydowanie przyczynić się do poprawy osiągnięć hydrozespołu i zwiększenia produkcji energii elektrycznej.

Bardziej szczegółowe wnioski wypływające z bogatych doświadczeń zespołów pomiarowych IMP PAN zostaną przedstawione w pełnej wersji referatu.

Przywołania

1. **PN EN 62006:2011**, *Maszyny hydrauliczne - badania odbiorcze małych elektrowni wodnych*
2. **PN EN 60041:1999P**, *Badania odbiorcze przeprowadzane w warunkach eksploatacyjnych celem określenia hydraulicznych parametrów ruchowych turbin wodnych, pomp zasobnikowych i turbin odwracalnych*
3. **ISO 3354:2008(E)**: *Measurement of clean water flow in closed conduits. Velocity-area method using current-meters in full conduits and under regular flow conditions*

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 pracownik Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, który w roku 1984 nadał mu stopień doktora nauk technicznych. Obecnie główny specjalista i kierownik Pracowni Kawitacji w Ośrodku Mechaniki Ciecży IMP PAN. Wiceprezes Zarządu Towarzystwa Elektrowni Wodnych (TEW) oraz członek Zarządu Europejskiego Stowarzyszenia Małej Energetyki Wodnej (ESHA). 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.

Karol Felicjancik, mgr inż., jest absolwentem Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa, gdzie w roku 2008 uzyskał tytuł zawodowy inżyniera oraz Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej w specjalności turbiny parowe gazowe i wodne w systemach energetycznych. Tutaj uzyskał także tytuł zawodowy magistra inżyniera w roku 2012. Od roku 2010 jest pracownikiem Pracowni Kawitacji w Ośrodku Mechaniki Ciecży IMP PAN, zatrudnionym obecnie na stanowisku asystenta. Odpowiada za projektowanie i budowę stanowisk laboratoryjnych. Prowadzi działalność naukową z zakresu erozji kawitacyjnej i diagnostyki zjawiska kawitacji. Zainteresowania zawodowe obejmują także projektowanie i metodykę badań turbin w elektrowniach wodnych.

Adam Henke, mgr inż., w roku 1977 ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej w specjalności maszyny i urządzenia energetyczne. Od tego czasu jest pracownikiem Instytutu Maszyn Przepływowych PAN. Od roku 2005 główny specjalista w Zakładzie Maszyn Hydraulicznych Ośrodka Mechaniki Ciecży IMP PAN. Konstruktor większości małych turbin wodnych opracowanych w IMP PAN, w tym turbin o przepływie poprzecznym, turbin rurowych i kielichowych w różnych konfiguracjach, a także wirników turbin Francisza dla małych elektrowni wodnych. Autor licznych ekspertyz i publikacji dotyczących małej i wielkiej energetyki wodnej.

Waldemar Janicki, mgr inż., ukończył w roku 1998 studia na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w specjalności energoelektronika i napędy elektryczne. Od roku 1998 zatrudniony w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w charakterze asystenta, a następnie starszego specjalisty w Zakładzie Maszyn Hydraulicznych Ośrodka Mechaniki Ciecży. Główne zainteresowania zawodowe obejmują budowę układów pomiarowych i sterujących, akwizycję i obróbkę danych, pomiary przepływu w elektrowniach wodnych ze szczególnym uwzględnieniem metody wzrostu ciśnienia w czasie.

Zbigniew Krzemianowski, dr inż., ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej w roku 1998. W roku 2003 uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Politechnice Gdańskiej. Od tego czasu zatrudniony jest w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Zakładzie Maszyn Przepływowych Ośrodka Mechaniki Ciecży. Zawodowo zajmuje się analizą trójwymiarową i projektowaniem turbin wodnych. Jego zainteresowania zawodowe obejmują także badania energetyczne modelowych i rzeczywistych maszyn hydraulicznych

Ustalenie przyczyn pulsacji układu regulacji turbiny i sposób ich likwidacji

Andrzej Błaszczyk, Adam Papierski

Instytut Maszyn Przepływowych, Politechnika Łódzka
PBW HYDRO-POMP Sp. z o. o., Łódź

Grzegorz Koźba, Andrzej Werner,
Dariusz Woźniak, Mariusz Nawrocki

PBW HYDRO-POMP Sp. z o. o., Łódź

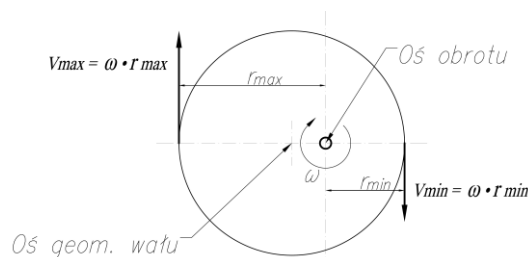
Pulsacje występowały w następujących elementach turbiny Kaplana o mocy ~2 MW:

- wrzecionie regulatora obrotów,
- suwaku, siłownika kierownic,
- izodromie, kombinatorze i łopatkach wirnika.

Pulsacje te charakteryzowały się tymi samymi częstotliwościami, ale na poszczególnych elementach były przesunięte w fazie.

Obserwacja przeniesienia napędu z wału turbiny na rolkę selsyna nadawczego pozwoliła dostrzec bicie promieniowe wału. Bicie spowodowane było brakiem prostokątowości osi wału z osadzoną na wale tarczą łożyska oporowego. Takie rozwiązanie łożyska oporowego wymaga demontażu tarczy w trakcie remontu hydrogeneratora i pogłębiającą się z każdym demontażem odchyłkę ustawienia.

W takim wypadku w czasie jednego obrotu turbiny zmienia się prędkość liniowa na obwodzie styku wału z rolką, przenoszona przez selsyn odbiorczy na regulator prędkości (Rys. 1).

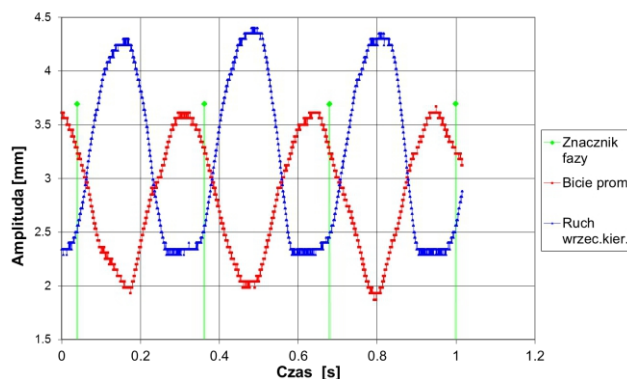


Rys. 1 Zmiana prędkości liniowej na obwodzie styku wału z rolką

Dla potwierdzenia obserwacji i ilościowego określenia tych pulsacji, wykonano pomiary trzech parametrów:

- w funkcji kąta obrotu mierzono oddalenie powierzchni, po której toczy się rolka od nieruchomego czujnika,
- sygnał od wskaźnika fazy, którym był naklejony na kołnierzu wału krążek ferromagnetyczny,
- ruch osiowy suwaka rozdzielacza kierownic.

Wyniki pomiarów zestawiono na wspólnej osi czasu i przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2 Przebieg amplitud pulsacji w funkcji czasu

Krzywa czerwona „bicie” pokazuje, że zmiana promienia wynosi ok. 1,7 mm (przy promieniu wału w tym miejscu ok. 320 mm, a więc ok. 0,5%). Obie krzywe oraz wskaźnik fazy mają wyraźnie ten sam okres 0,32 s (odpowiadający prędkości synchronicznej 187,5 obr/min). Posługując się tym wykresem, można ustalić położenie „garbu” wału w stosunku do wskaźnika fazy. Pewną trudnością jest tu dokładne ustalenie, gdzie znajdują się maksima krzywej bicia. Trzy widoczne maksima wyprzedzają w czasie odpowiadające im trzy wskaźniki odpowiednio o 0,0489; 0,04396; 0,04815 s, co daje średnią 0,047 s. Ten odcinek czasowy odpowiada kątowi:

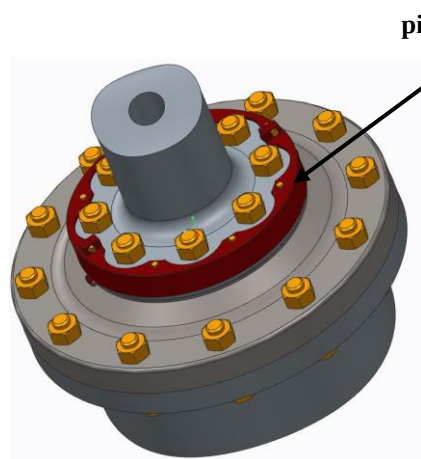
$$\frac{0.047}{0.32} \cdot 360^\circ = 52.9^\circ$$

wyprzedzania przez „garb” wskaźnika fazy. Dla pełni obrazu trzeba dodać, że patrząc z góry wał kręci się zgodnie ze wskazówkami zegara. Płaski odcinek niebieskiej krzywej ruchu suwaka rozdzielacza kierownic wynika z mechanicznego ograniczenia jego ruchu.

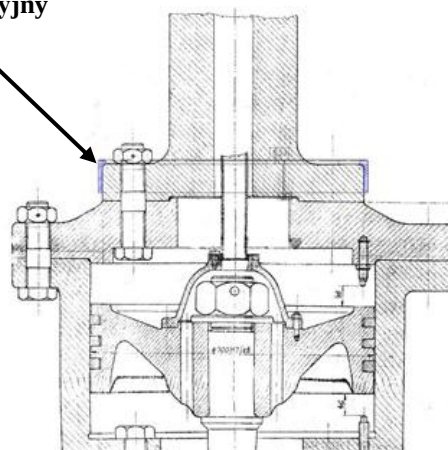
Pulsacje układu regulacji turbiny spowodowane były przesunięciem środka obrotu wału turbiny w miejscu styku z rolką selsyna nadawczego w stosunku do środka geometrycznego tego wału, innymi słowy biciem wału w tym miejscu.

Zaproponowany sposób likwidacji pulsacji polegał na dodaniu pierścienia, po którym obtaczałaby się rolka selsynu (Rys. 3 i 4). Ten pierścień zamocowany byłby na kołnierzu, po którym do tej pory obtaczała się rolka, jednak z takim mimośrodem względem kołnierza, że kompensowany byłby istniejący mimośród wału. Inaczej, cylindryczna powierzchnia pierścienia będzie wycentrowana w stosunku do środka obrotu.

Ustalona właściwe przyczyny pulsacji oraz ich sposób likwidacji, który został potwierdzony na ruchu hydrozespołu.



Rys. 3 Ustawienie pierścienia kompensacyjnego



Rys. 4 Położenie na tarczy sprzęgła pierścienia kompensacyjnego

Autorzy

Andrzej Blaszczyk, prof. dr hab. inż., ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej w roku 1970. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1977 roku, doktora habilitowanego w 2004 roku. W roku 2006 powołany został na kierownika Zakładu Maszyn Wodnych i Mechaniki Płynów. Od 2007 roku zatrudniony na stanowisku profesora nadzwyczajnego Politechniki Łódzkiej. W latach 1990÷2010 był Dyrektorem Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o. Obecnie pełni funkcję Pełnomocnika Zarządu. Tytuł profesora otrzymał w 2012 roku.

Adam Papierski, dr hab. inż., pracownik Zakładu Maszyn Wodnych i Mechaniki Płynów Politechniki Łódzkiej, konsultant Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Grzegorz Koźba, mgr inż., Dyrektor Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Andrzej Werner, dr inż., były Dyrektor Instytutu Techniki Ciepłej i Instytutu Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej, konsultant Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Dariusz Woźniak, mgr inż., zatrudniony na stanowisku kierownika Biura Konstrukcyjnego Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Mariusz Nawrocki, mgr inż., zatrudniony na stanowisku konstruktora w Biurze Konstrukcyjnym Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Remont hydrozespołu Kaplana. Modernizacja układu regulacji

Andrzej Błaszczyk, Adam Papierski

Instytut Maszyn Przepływowych, Politechnika Łódzka
PBW HYDRO-POMP Sp. z o. o., Łódź

**Grzegorz Koźba, Andrzej Werner,
Dariusz Woźniak, Mariusz Nawrocki**

PBW HYDRO-POMP Sp. z o. o., Łódź

Przedmiotem remontu kapitalnego wykonanego przez Przedsiębiorstwo Badawczo-Wdrożeniowe HYDRO-POMP Łódź był hydrozespół z turbiną Kaplana o mocy 1,5 MW produkcji Ganz Budapeszt.

Hydrozespół zasilany jest wodą chłodzącą skraplacze turbin parowych. Odpływ wody odbywa się do rzeki. Różnica poziomów wody górnej i dolnej wynosi 7,9 m.

Remont kapitalny był spowodowany awaryjnym odstawieniem turbozespołu związanym z:

- zablokowaniem mechanizmu sterowania łopatkami wirnika w pozycji pełnego otwarcia łopat, co skutkowało tym, że maszyna mogła pracować tylko przy największych przepływach wody przez turbinę bez możliwości sterowania mocą. Przyczyną tej usterki było rozszczelnienie piasty wirnika i penetracja mechanizmu przez wodę. Rozszczelnienie piasty nastąpiło poprzez zniszczenie mocowania opływki w piastcie, a w konsekwencji całkowite oderwanie jej od piasty.
- przemieszczeniem się zniszczonego z powodu korozji włazu znajdującego się w komorze wirnika, co powodowało uderzenie w czasie obrotu łopat wirnika o wąż. Drgania wału wywołane tą awarią, spowodowały zniszczenie łożyska turbiny Ø340. Natomiast przez otwór w uszkodzonym wlocie przepływała duża ilość wody poza łopatkami wirnika, co obniżało dodatkowo sprawność i moc turbiny.

Celem remontu było przywrócenie fabrycznego stanu technicznego z możliwością regulacji w całym zakresie zmian mocy.

Zakres remontu obejmował między innymi wykonanie:

- czterech łopat wirnika,
- nowego ułożyskowania łopat turbiny,
- opływki,
- nowego łożyska poprzecznego,
- włazu do komory wirnika.

Przed awarią hydrozespołu układu regulacji nie zapewniał optymalnych sprawności turbiny w zmiennych warunkach zasilania. Związane to było z tym, że w zakresie 0÷80% otwarcia łopat kierownicy, łopaty wirnika były otwarte 100%.

Pomiary przeprowadzone przez Energopomiar przed awarią turbiny wykazały, że przy zasilaniu turbiny wodnej z trzech pomp wody chłodzącej, skraplacze turbin hydrozespołu osiągały moc 220 kW. W przypadku dwóch pomp (przepływ 8,89 m³/s) mocy wytworzonej przez hydrozespół wystarczało na pokonanie oporów własnych turbiny.

W ramach modernizacji układu regulacji PBW HYDRO-POMP wprowadził zmiany konstrukcyjne w napędzie krzywki kombinatorowej, zwiększające zakres otwarcia łopatek kierownicy na cały zakres otwarcia łopatek wirnika. Zmiany te spowodowały zwiększenie mocy hydrozespołu. Przy przepływie wody z dwóch pomp uzyskano 660 kW, a w przypadku pracy trzech pomp wody chłodzącej (przepływ 19 m³/s) ponad 1 MW.

Autorzy

Andrzej Błaszczyk, prof. dr hab. inż., ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej w roku 1970. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1977 roku, doktora habilitowanego w 2004 roku. W roku 2006 powołany został na kierownika Zakładu Maszyn Wodnych i Mechaniki Płynów. Od 2007 roku zatrudniony na stanowisku profesora nadzwyczajnego Politechniki Łódzkiej. W latach 1990÷2010 był Dyrektorem Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o. Obecnie pełni funkcję Pełnomocnika Zarządu. Tytuł profesora otrzymał w 2012 roku.

Adam Papierski, dr hab. inż., pracownik Zakładu Maszyn Wodnych i Mechaniki Płynów Politechniki Łódzkiej, konsultant Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Grzegorz Koźba, mgr inż., Dyrektor Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Andrzej Werner, dr inż., były Dyrektor Instytutu Techniki Ciepłej i Instytutu Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej, konsultant Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Dariusz Woźniak, mgr inż., zatrudniony na stanowisku kierownika Biura Konstrukcyjnego Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Mariusz Nawrocki, mgr inż., zatrudniony na stanowisku konstruktor w Biurze Konstrukcyjnym Przedsiębiorstwa Badawczo-Wdrożeniowego HYDRO-POMP Sp. z o.o.

Możliwości wykorzystania przepływu biologicznego do produkcji energii elektrycznej

Przemysław Szulc

Politechnika Wrocławska,
Wrocław

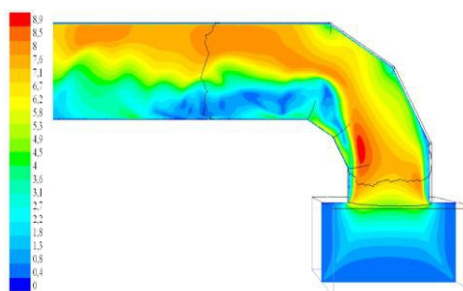
Janusz Plutecki

Politechnika Wrocławska,
Wrocław

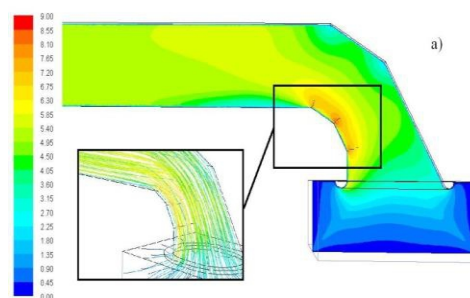
Jednym ze sposobów zwiększania udziału źródeł odnawialnych w ogólnokrajowym bilansie produkcji energii elektrycznej jest wykorzystanie, energetycznie korzystnych, stopni piętrzących do napędzania silników wodnych. Czynnikiem mającym istotny wpływ na ekonomiczność elektrowni wodnych, szczególnie małych, jest określona w pozwoleniu wodno-prawnym wartość przepływu nienaruszalnego lub biologicznego. Przepływ nienaruszalny jest to ilość wody w cieku, jaka powinna być utrzymywana jako minimum w danym przekroju poprzecznym ze względów biologicznych i społecznych, przy czym konieczność utrzymania tego przepływu w zasadzie nie podlega kryteriom ekonomicznym; wobec tego nie podlega w zasadzie dyskusji. Obecnie najczęściej przepływ nienaruszalny obliczany jest z wzoru Kostrzewy według kryterium hydrobiologicznego, zależnego od typu rzeki i powierzchni zlewni i wynosi $Q = k \text{ SNQ}$, gdzie: k – współczynnik zależny od typu hydrobiologicznego rzeki i powierzchni zlewni, SNQ – przepływ średni niski z wielolecia. Na przykład dla rzeki typu Bystrzyca Dusznicka $k = 1,27$. W przykładowym przekroju $\text{SNQ} = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ i przepływ nienaruszalny wynosi $Q_n = 0,914 \text{ m}^3/\text{s}$, przy czym wartość NNQ wynosi $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$. Przepływ biologiczny przyjmuje się często bez pogłębionej analizy na poziomie $0,1 \text{ SNQr}$ lub więcej. W przytoczonym przekroju rzeki przepływ biologiczny określony jako $0,1 \text{ SNQr}$ wynosi $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Należy pamiętać, że przepływ biologiczny ułożony jest na wykresie sum czasów trwania przepływów, jako podstawowego wykresu do kalkulacji ekonomiczności elektrowni, w podstawie wykresu tzn. odcina najcenniejszą dla małej energetyki wodnej (MEW) energię, która praktycznie mogłaby być produkowana przez cały rok, a zatem mającą największy wpływ na ekonomiczność MEW. Określenie przepływu biologicznego jest niezbędne, lecz z punktu widzenia MEW jej wartość powinna być określana elastycznie, np. inna wartość w porze nocnej a inna w porze dziennej (np. w przypadku atrakcyjnie turystycznych miejscach - wodospad), inna w okresie tarła ryb wędrownych, a inna poza tym okresem, z uwzględnieniem dopływów poza spiętrzeniem, itp.

Ze względu na swój cenny energetycznie charakter przepływ biologiczny, w miarę możliwości technicznych powinien być wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej. I tak w wielu przypadkach się dzieje, jeżeli budowa obiektów hydrotechnicznych umożliwia względnie łatwe wybudowanie dodatkowej MEW na przepływie biologicznym. Niestety, w przypadku wielu obiektów hydrotechnicznych, jedynym możliwym miejscem zabudowy MEW jest komora zaworów upustów dennych, która ze względu na swoje wymiary stawia przed projektantami duże wyzwania, nie zawsze możliwe do spełnienia. Najczęściej istnieje potrzeba sięgnięcia po całą dostępną wiedzę i zastosowanie nietypowych rozwiązań. Przykładem takiego wyzwania niech będzie komora zaworów upustów dennych jednej z dolnośląskich zapór [2]. Wykorzystaniu tego miejsca do produkcji energii elektrycznej narzucono restrykcje finansowe oraz techniczne: założono prostotę konstrukcji powiązaną z minimalną ingerencją w strukturę zapory. Sprawność turbiny zależy nie tylko od jej geometrii przepływowej ale również od elementów doprowadzenia i odprowadzenia cieczy, których znaczenie dla poprawnej pracy maszyny jest często bagatelizowane przez konstruktorów MEW. W tej sytuacji należało zaprojektować elektrownię wodną charakteryzującą się nietypowym rozwiązaniem elementów doprowadzenia i odprowadzenia wody oraz samego turbozespołu. Należy pamiętać, że ze względów na pierwotne zastosowanie jako zrzut alimentacyjny, system przepływowy zaprojektowany był tak, aby jak największa część energii wody była tracona na straty miejscowe.

W celu rozpoznania i minimalizacji lub wyeliminowania niekorzystnych zjawisk wpływających na pracę turbiny przeprowadzono badania numeryczne oraz fizyczne wybranych elementów przepływowych. Badania numeryczne oparto o komercyjny solver ANSYS FLUENT, natomiast proces dyskretyzacji modelu przeprowadzono w programie ANSYS ICEM CFD. Badania wykonywano jako stacjonarne, w przypadku pojawienia się struktur wirowych jako niestacjonarne. Czynnikiem roboczym była woda, zastosowano również model dwufazowy woda-powietrze. Badania przeprowadzono w trzech punktach pracy odpowiadających skrajnym przepływowi oraz punktowi nominalnemu. Jako model turbulencji wykorzystano $k-\epsilon$. Badania fizyczne polegały na wizualizacji przepływu poprzez geometryczne i hydrodynamiczne odzwierciedlenie obiektu rzeczywistego. W tym celu wykonano model ze szkła organicznego, który zamontowany na stanowisku badawczym, pozwolił na obserwację zjawisk zachodzących w badanym elemencie.

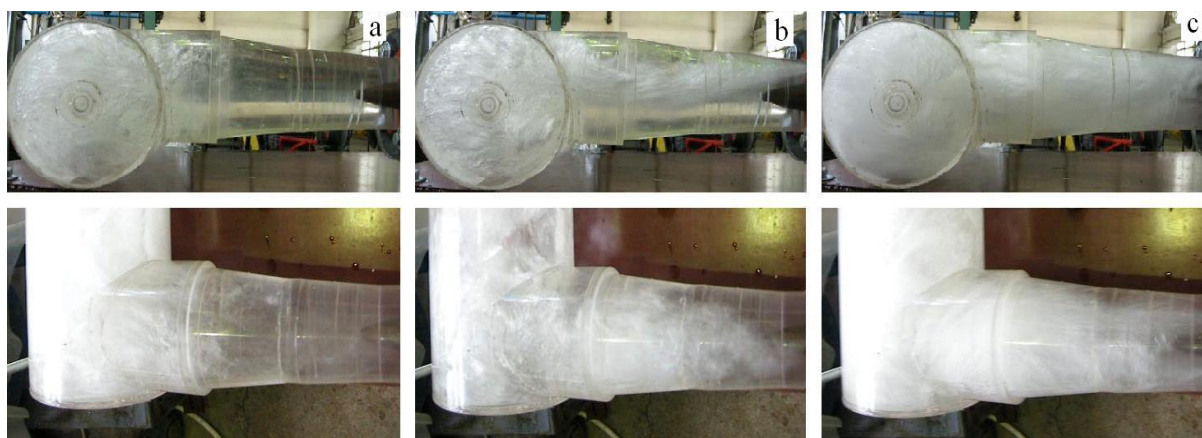


**Rys. 1 Rozkład prędkości
w kolanie wlotowym do MEW**



**Rys. 2 Rozkład prędkości
w zaproponowanym kolanie wlotowym do MEW**

W rozpatrywanym przypadku wytypowano elementy mające istotny wpływ na sposób zasilania i odbioru wody z turbiny. Pierwszy z nich, kolano wlotowe ($\varnothing 700$ mm) zlokalizowane w stropie zrzutu dennego, charakteryzowało się małym promieniem krzywizny. Taki element jest hydraulicznie bardzo niekorzystny i może powodować powstawanie struktur wirowych obejmujących swoim zasięgiem silnik wodny. Przeprowadzone badania numeryczne (rys. 1) wykazały znaczny obszar martwy za kolaniem, co skutkuje wzrostem prędkości w obszarze przepływu, a zatem i strat (obszar martwy wypełnia około 50% przekroju rurociągu). Obniża to ilość energii transportowanej do turbiny i jej moc. Autorzy przeprowadzili badania kilku zaproponowanych rozwiązań modernizacji geometrii kolana, które zakładały minimalną ingerencję w strukturę zapory (kolano zalane w żelbecie). Najkorzystniejsze rozwiązanie, którego wyniki symulacji numerycznych przedstawiono na rys.2, gwarantuje obniżenie strefy martwej około 70%-80% w stosunku do modelu bazowego. Badania niestacjonarne pokazały, że obszar ten występuje wyłącznie na wewnętrznej części kolana i nie jest transportowany rurociągiem w kierunku turbiny. Efekt taki uzyskano dzięki prostym zmianom geometrycznym wlotu do kanału przekładającym się na niskie nakłady inwestycyjne.



Rys. 3 Fizyczne badania modelu rury ssącej

Drugim elementem, którego działanie ma istotny wpływ na parametry uzyskiwane przez turbinę jest rura ssąca. Poprawność jej działania jest tym istotniejsza im wyższa jest wartość wyróżnika szybkobieżności turbiny. Wiąże się to ze wzrostem energii kinetycznej unoszonej na wylocie z wirnika (przy braku rury ssącej dla turbin o największej szybkobieżności spadek mocy na wale może wynieść nawet 50% [1,3,4]). W analizowanym przypadku istniała możliwość zastosowania najkorzystniejszego typu rury ssącej – prostoosiowej. Kształt kanału, ze stycznym wyprowadzeniem cieczy z rury ssącej do elementu wylotowego pokazano na rys. 3. Ze względu na to, że poziom wody dolnej jest niższy niż rzędna wylotu z rury ssącej, istniała obawa o niecałkowite wypełnienie układu i zaburzenia w jego pracy. W celu zweryfikowania postawionej tezy przeprowadzono dwufazowe badania numeryczne z wykorzystaniem modelu VOF, które zweryfikowano na stanowisku rzeczywistym. Model badawczy odzwierciedlał geometrię ze współczynnikiem skali równym 10, natomiast podobieństwo przepływu gwarantowała równość liczb Froude'a. Wyniki badań fizycznych przedstawiono na rys. 3. Analizując zaprezentowane zdjęcia widzimy pojawiający się, występujący cyklicznie, proces wypełniania i opróżniania rury ssącej.

Zbliżone wyniki otrzymano z badań numerycznych. Obserwowane zjawisko może wpływać negatywnie nie tylko na produkcję energii elektrycznej, ale również powodować silne drgania turbiny. Autorzy przeprowadzili badania fizykalno-numeryczne kilku geometrii przepływowych elementu odprowadzenia cieczy z turbiny, dzięki czemu opracowano konstrukcję całkowicie wypełnioną czynnikiem w całym zakresie pracy turbiny. Pozwala ono na pracę nawet przy małych przepływach bez obawy o utratę ciągłości strugi w rurze ssącej.

Przywołania

1. **Michałowski S., Plutecki J.:** *Energetyka Wodna*, WNT, Warszawa 1975
2. **Szulc P., Plutecki J.:** *Obstacles of flow systems adaptation of an alimentation water dump for the structure of a small water power plant*, Międzynarodowa Konferencja Hidrenergia, Wrocław 2012,
3. **Kolton A., Eтинbierg I.Z.:** *Teoria i podstawy obliczeń hydraulicznych turbin wodnych*, (po rosyjsku) Mashgiz, Moskwa 1958
4. **Gubin M.F.:** *Rury ssące elektrowni wodnych*, (po rosyjsku), Energia, Moskwa 1970

Autorzy

Przemysław Szulc, mgr inż., Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny. Doktorant w Zakładzie Podstaw Konstrukcji i Maszyn Przepływowych, autor i współautor 14 publikacji naukowych oraz 15 raportów. Praca dyplomowa z tematyki rur ssących, e-mail: przemyslaw.szulc@pwr.wroc.pl.

Janusz Plutecki, prof. dr inż., Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny. Emerytowany profesor zwyczajny w Politechnice Wrocławskiej, współautor książki „Energetyka Wodna”, wykładowca kursów m.in.: „Turbiny Wodne” i „Energetyka Wodna”, autor koncepcji kilku elektrowni wodnych, promotor 12 prac doktorskich, autor i współautor 161 publikacji naukowych, 22 patentów, 281 raportów, właściciel firmy JPConsulting, e-mail: janusz.plutecki@pwr.wroc.pl, jplutecki@o2.pl

Analiza powstawania odskoku hydraulicznego podczas przepuszczania wód powodziowych w elektrowniach wodnych niskospadowych

Prof. dr inż. Janusz Plutecki

Politechnika Wrocławska

Mgr inż. Jarosław Tomalik

Hydroergia Sp. z o.o. Sp.k

Obecnie często budowane są przepływowe elektrownie wodne, w których podczas dużych przepływów nadmiar wody zostaje przepuszczany nie tylko przez jaz znajdujący się obok elektrowni, ale także nad elektrownią. Wynika to z trudności z pozyskaniem gruntów obok istniejącego stopnia wodnego i konieczności budowy elektrowni w dolinie rzeki. W przypadku przepuszczania wielkich wód obserwujemy zmiany charakterystyki turbiny nie tylko wywołane obniżeniem spadku poniżej nominalnego, ale także wywołane zaburzeniami przepływu na wyłotach rur ssących wywołanych przepływem wody nad elektrownią w wyniku powstawania, między innymi, odskoku hydraulicznego. Odskokiem hydraulicznym nazywamy nagłe przejście z przepływu nadkrytycznego do przepływu podkrytycznego. Takiemu przejściu towarzyszy w pierwszej fazie zmniejszenie wysokości wody i wyhamowanie prędkości. Zjawisko odskoku hydraulicznego jest charakterystycznym zjawiskiem obserwowanym w przepływach przez kanały otwarte. Podstawową wielkością, której używa się w opisie przepływów w takich przypadkach jest bezwymiarowa liczba Froude'a. Dla kanału prostokątnego możemy ją zapisać w postaci

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{gy}}$$

gdzie U oznacza średnią prędkość w przekroju, w którym określamy liczbę Froude'a a y poziom wody. W oparciu o liczbę Froude'a wprowadza się klasyfikację przepływu i rozgranicza się trzy podstawowe stany:

- 1) dla $Fr < 1$: przepływ podkrytyczny
- 2) dla $Fr = 1$: przepływ krytyczny
- 3) dla $Fr > 1$: przepływ nadkrytyczny,

W przypadku kanałów otwartych zjawisko jest dobrze rozpoznane i opisane. W przypadku przepuszczania wód nad elektrownią mamy do czynienia z dwoma strumieniami wody: dolnym, przez turbinę (turbiny), i górnym, przez przelew nad elektrownią, co może całkowicie zmieniać charakter przepływu nad płytą wypadową i wpływać na pracę turbin.

W artykule, na podstawie numerycznego obliczenia (z wykorzystaniem programu ANSYS CFX) przepływu nad elektrownią wód powodziowych uwidoczniono występowanie odskoku hydraulicznego i jego wpływ na pracę komory wlotowej, komory turbinowej i rury ssącej. W celu rozpoznania problemu zostały przeprowadzone badania numeryczne wykorzystujące akademicką wersję programu ANSYS CFX. Został stworzony trójwymiarowy model elektrowni wodnej, przy czym ze względu na osiową symetrię badania zostały ograniczone do jednej połówki modelu. Badaną przestrzeń pokryto następnie trójwymiarową, niestrukturalną siatką tetragonalną. Użyto siatki adaptacyjnej, której rozdzielczość rośnie w miejscach występowania wysokich gradientów prędkości dla udziału objętościowego faz (wody i powietrza). Na tak stworzony obszar obliczeniowy zostały naniesione warunki brzegowe. Dla prawidłowego zrozumienia zjawiska i sprawnego przeprowadzenia badań został stworzony plan eksperymentu dzięki czemu badania numeryczne zostały ograniczone do 43 pomiarów.

W celu weryfikacji prawidłowości badań numerycznych zostało zaprojektowane i wykonane stanowisko badawcze do symulowania odskoku hydraulicznego, umożliwiające walidację stworzonego modelu. Przedstawiona praca umożliwiła klasyfikację odskoków hydraulicznych występujących podczas przepuszczania wód powodziowych i lepsze zrozumienie wpływu odskoku na prawidłową pracę turbozespołów.

Przywołania

1. **Ven Te Chow:** *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill, New York, 1959
2. **Bohr T., Dimon P., Putkaradze. V.:** Shallow-water approach to the circular hydraulic jump. *J. Fluid Mech*, 254, 1993
3. **D. Bonn., A. Andersen., T. Bohr.,:** Hydraulic jumps in a channel. *J. Fluid Mech.*, 618, 2009

Autorzy

Janusz Plutecki, prof. dr inż., emerytowany prof. zw. w Politechnice Wrocławskiej, współautor książki „Energetyka wodna”, wykładowca kursów m.in. „Turbiny wodne” i „Energetyka wodna”, autor koncepcji kilku elektrowni wodnych, promotor 12 prac doktorskich, autor lub współautor 162 publikacji, 22 patentów, 281 raportów. Właściciel firmy JPConsulting. E-mail: janusz.plutecki@pwr.wroc.pl, jplutecki@o2.pl

Jarosław Tomalik, mgr inż., ukończył Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej w roku 2005. Od 2006 doktorant Politechniki Wrocławskiej, nauczyciel akademicki kursów m.in. „Turbiny wodne” i „Energetyka Wodna”. Autor lub współautor 6 publikacji, wielu koncepcji elektrowni wodnych, ekspertyz, operatów wodnoprawnych oraz raportów oddziaływania na środowisko. Obecnie Prezes Zarządu spółki Hydroergia Sp z o.o. – producenta turbin wodnych. E-mail: j.tomalik@hydroergia.pl, jaroslaw.tomalik@pwr.wroc.pl.

Sesja V

Hydrozespoły dla małej energetyki wodnej

Session V

Hydraulic units for the small hydro sector

- 5.1. M.Hajdarowicz, A.Łojek, M.Kaniecki:
Modernizacje hydrozespołów wyposażonych w turbiny bliźniacze typu Francisa
- 5.2. A.Adamkowski, A.Henke, A.Góralczyk , M.Kaniecki:
*Rurowa turbina Kaplana na niskie spadły
- badania modelowe i opracowanie typoszeregu*
- 5.3. J.Tomalik, M.Klein:
*Projektowanie rury ssącej dla nowej turbiny szybkobieżnej
podczas modernizacji młyna wodnego Witkowice. Kompromis między
optymalizacją rury ssącej, a ingerencją w istniejącą budowlę MEW*

Modernizacja hydrozespołów wyposażonych w turbiny bliźniacze typu Francisa

Mariusz Hajdarowicz

ZRE Gdańsk S.A.
ul. Litewska 14A
80-719 Gdańsk
Polska

Andrzej Łojek

ZRE Gdańsk S.A.
ul. Litewska 14A
80-719 Gdańsk
Polska

Maciej Kaniecki

ZRE Gdańsk S.A.
ul. Litewska 14A
80-719 Gdańsk
Polska

W wielu obiektach MEW charakteryzujących się stabilnymi warunkami przepływów, racjonalne staje się przeprowadzenie procesu modernizacji wyeksploatowanych turbin bliźniaczych bez konieczności ich wymiany na inny typ turbin. W zmodernizowanych turbinach bliźniaczych możliwe jest znaczne zwiększenie sprawności układów przepływowych, zwiększenie produkcji energii elektrycznej, wykonanie w pełni zautomatyzowanego układu regulacji i sterowania oraz wyeliminowanie zjawisk kawitacyjnych. Modernizacja istniejących konstrukcji turbin bliźniaczych nie generuje znaczących kosztów wymiany hydrozespołu, związanych z przeprowadzeniem pracochłonnych i drogich prac budowlanych. Dodatkową korzyścią, wynikającą z pozostawienia zmodernizowanych hydrozespołów z turbinami bliźniaczymi, jest możliwość ponownego wykorzystania istniejącego generatora.

ZRE Gdańsk w ostatnim czasie realizowało kompleksowe modernizacje Małych Elektrowni Wodnych (EW Gródek i EW Kamienna), w których to zdecydowano o pozostawieniu znacząco ulepszonych konstrukcji turbin bliźniaczych. Oba projekty zakończyły się sukcesem, doprowadzając do podwyższenia sprawności turbozespołów oraz zwiększenia produkcji energii elektrycznej.

Prezentacja przedstawia kolejne etapy realizacji procesu modernizacji hydrozespołów nr 1 i 2 w EW Gródek oraz hydrozespołów nr 1 i 2 w EW Kamienna. Prace projektowe, oparte na szczegółowych badaniach numerycznych CFD, doprowadziły do znaczących zmian układów przepływowych turbin (nowe wirniki i łopaty kierownic, nowe krzywaki i rury ssące) i polepszenia ich własności energetycznych. Potwierdzeniem celowości zrealizowanych projektów są zamieszczone w prezentacji wyniki badań energetycznych maszyn, wykonanych przez Instytut Maszyn Przepływowych PAN, świadczące o zwiększeniu mocy i sprawności hydrozespołów.

Jako podsumowanie przedstawiono, własne doświadczenia, uwagi i zalecenia związane z przeprowadzaniem podobnych modernizacji, a także zaprezentowano względną kalkulację kosztów w stosunku do prac modernizacyjnych związanych z wymianą turbin na maszyny typu Kaplana.

Autorzy

Mariusz Hajdarowicz, mgr inż., ukończył w roku 1996 Wydział Oceanotechniki Politechniki Gdańskiej. Był zatrudniony jako projektant i specjalista ds. turbin w ZRE Gdańsk Sp. z o.o. oraz w Gajek Engineering Sp. z o.o. Obecnie kierownik Działu Rozwoju ZRE Gdańsk S.A.

Andrzej Łojek, dr inż., ukończył w roku 1975 Wydział Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej. Do roku 1997 zajmował się badaniami modelowymi oraz terenowymi pomp i turbin wodnych w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku. W roku 1987 obronił pracę doktorską, pod kierunkiem prof. Kazimierza Steller. Od roku 1998 jest zatrudniony w ZRE Gdańsk S.A. na stanowisku głównego projektanta.

Maciej Kaniecki, dr inż., ukończył w roku 1998 Wydział Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej. W roku 2008 obronił pracę doktorską, pod kierunkiem prof. Tadeusza Koronowicza. Do roku 2012 był zatrudniony w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, gdzie zajmował się projektowaniem oraz obliczeniami numerycznymi przepływów przez turbiny wodne i pompy. Obecnie zatrudniony w ZRE Gdańsk S.A. na stanowisku specjalisty ds. turbin.

Rurowa turbina Kaplana na niskie spadły - badania modelowe i opracowanie typoszeregu

Adam Adamkowski¹⁾, Adam Henke¹⁾, Adam Góralczyk¹⁾, Maciej Kaniecki²⁾

¹⁾Instytut Maszyn Przepływowych im. prof. Roberta Szwalskiego PAN -Gdańsk

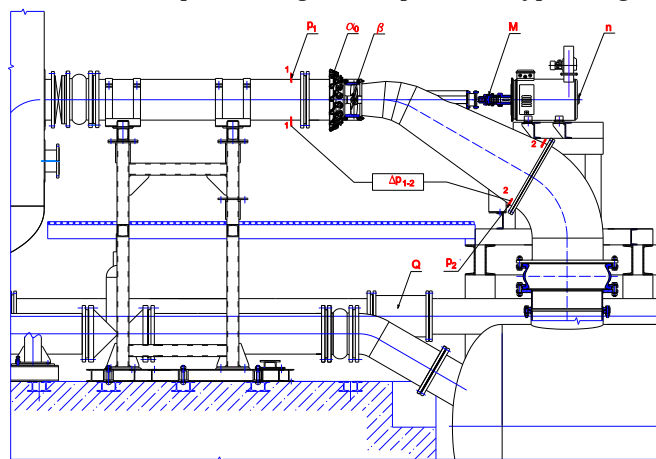
²⁾Zakład Remontowy Energetyki Gdańsk

Według opinii specjalistów w Polsce występuje niewykorzystany znaczący potencjał hydroenergetyczny związany z małymi rzekami i ciekami - szacowany na 1.7 TWh/rok. Potencjał ten tworzą głównie obiekty charakteryzujące się niskimi lub nawet bardzo niskimi spadami oraz często dużą zmiennością przepływu. Do najbardziej optymalnych rozwiązań technicznych wyposażenia maszynowego na tego typu obiektach jest stosowanie szybkoobrotowych rurowych turbin Kaplana (z podwójną regulacją) lub turbin śmigłowych (z pojedynczą regulacją), instalowanych w układzie z napływem lub lewarowym.

W Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku (IMP PAN) od wielu lat trwają prace badawcze dotyczące tego typu turbin. Zakres tych prac obejmuje opracowywanie dokumentacji konstrukcyjnej turbin na podstawie zaprojektowanego układu przepływowego kierownica – wirnika, badania modeli turbin na stanowisku laboratoryjnym oraz badania hydrozespołów na obiektach MEW.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom potencjalnych inwestorów obiektów MEW, korzystając z zebranych doświadczeń, w IMP PAN podjęto w ostatnim czasie działania, których finalnym efektem jest opracowanie typoszeregu szybkoobrotowych rurowych turbin Kaplana, oznaczonych symbolem TNS-D, przeznaczonych do pracy przy niskich spadach.

W referacie przedstawiono założenia projektowe turbiny, opis konstrukcji modelu turbiny, stanowisko badawcze wraz z zastosowaną metodyką pomiarową (rys.1) oraz wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych przygotowanego modelu turbiny TNS-D i dane opracowanego na ich podstawie typoszeregu.



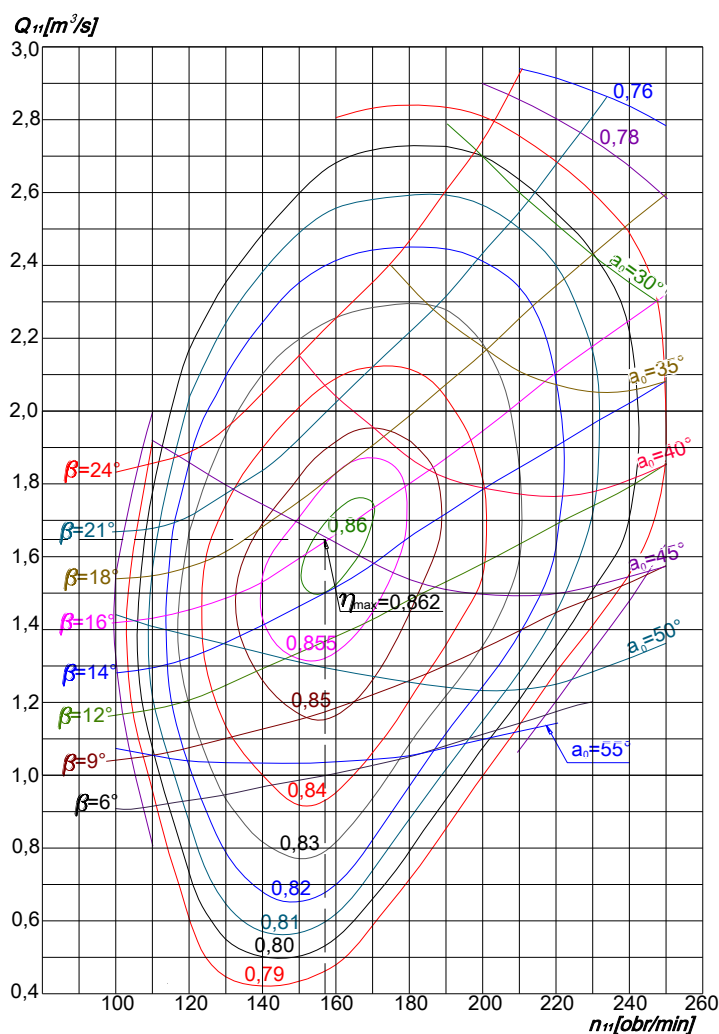
Rys.1 Schemat układu hydraulicznego stanowiska laboratoryjnego, na którym zbadano model turbiny TNS-D wraz z wykazem mierzonych wielkości:

p_1 – ciśnienie w przekroju wlotowym turbiny 1-1; p_2 – ciśnienie w przekroju wylotowym turbiny 2-2;

Δp_{1-2} – różnica ciśnień pomiędzy przekrojami 1-1 i 2-2; M - moment obrotowy na wale turbiny;

α_o - kąt otwarcia łopat a kierownicy; β - kąt otwarcia łopat wirnika; n – prędkość obrotowa wału turbiny

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań opracowano charakterystykę uniwersalną (muszlową) modelu turbiny – rysunek 2. Charakteryzuje się on kinematycznym wyróżnikiem szybkoobrotowości $n_{SQ} = 201.7$ oraz osiągalną sprawnością energetyczną $\eta_{max} = 0.862$, przy podwójnie zredukowanej szybkości obrotowej $n_{11opt} = 157$ obr/min i podwójnie zredukowanym natężeniu przepływu $Q_{11opt} = 1.65$ m³/s. Uzyskane parametry uznaje się za satysfakcjonujące z punktu widzenia potrzeb małej energetyki wodnej.



Rys.2 Charakterystyka uniwersalna modelu turbiny TNS-D

Na podstawie uzyskanej charakterystyki uniwersalnej wyznaczono także optymalną zależność pomiędzy otwarciem łopat kierownicy i wirnika turbiny, tzw. optymalną zależność kombinatorową. Tylko praca turbiny zgodnie z nastawami optymalnymi gwarantuje uzyskanie największych efektów energetycznych, a przez to ekonomicznych.

Charakterystykę modelu turbiny z podwójną regulacją TNS-300D porównano z charakterystyką modelu turbiny o tym samym wirniku i stałych łopatach kierownicy i zredukowanej liczbie tych łopatek (modelu turbiny z pojedynczą regulacją TNS-300). Ten uproszczony model poddano wcześniejszym badaniom laboratoryjnym. Wyciągnięto stosowne wnioski płynące z tej analizy porównawczej.

W dalszej części referatu przedstawiono, opracowany w oparciu o charakterystykę uniwersalną modelu, typoszeręg turbin TSN-D z podwójną regulacją. Dla przyjętych przewidywanych potrzeb praktycznego stosowania tych turbin, tj. przyjętego spadku z zakresu od 1 do 3 m sł. wody oraz kilku średnic charakterystycznych wirników geometrycznie podobnych ($D_w = 300, 400, 500, 650, 850$ mm) sporządzono nomogram, służący do wstępnego doboru turbin tego typoszeręgu (rys.3) w zależności od parametrów energetycznych rozpatrywanego stopnia wodnego.

Projektowanie rury ssącej dla nowej turbiny szybkoobrotowej podczas modernizacji młyna wodnego Witowice. Kompromis pomiędzy optymalizacją kształtu rury ssącej a ingerencją w istniejącą budowlę MEW

Mgr inż. Jarosław Tomalik

Hydroergia sp. z o.o. sp. k.

Mgr inż. Maciej Klein

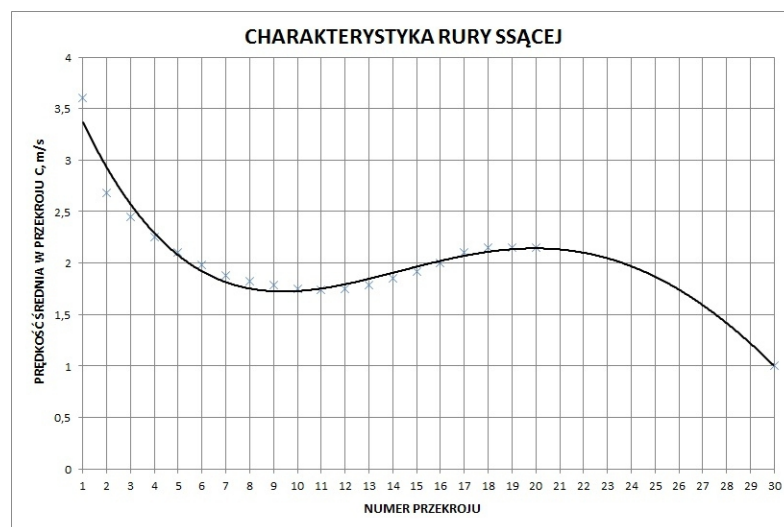
Hydroergia sp. z o.o. sp. k.,

Adaptacja turbiny oraz rury ssącej do budowli zabytkowego młyna wodnego nie jest prostym zadaniem. Stan techniczny większości budynków uniemożliwia bezpośredni montaż nowego turbozespołu bez dodatkowych prac budowlanych. Większość młynów na terenie Polski była wyposażona w niskobieżne wirniki turbin Franciszki. Niska prędkość bezwzględna wody wypływająca z wirnika turbiny nie nadawała się do odzysku, dlatego rury ssące nie były mocno zagłębiane a ich kształt kończył się na pierwszej części stożkowej. W obecnych budowlach MEW dąży się do instalowania turbin o możliwie dużym wyróżniku szybkoobrotowości, które charakteryzuje wysoka prędkość wody opuszczającej wirnik. Podczas budowy niskospadowych elektrowni około 2 m, bardzo ważne jest zatem dokładne projektowanie rury ssącej, aby możliwe było odzyskanie jak największej energii kinetycznej opuszczającej wirnik. Ma to duże znaczenie dla sprawności całej turbiny oraz możliwości osiągnięcia wysokiej mocy turbozespołu.

Podczas projektowania rury ssącej dla Młyna wodnego w Witowicach wykonano szereg analiz geometrii rury ssącej w oparciu o możliwe warunki zagłębienia oraz o możliwości posadowienia rury względem rzędnej wody dolnej odpływającej z elektrowni. Wszystkie kryteria, jakie musiała spełnić nowa rura wymuszały albo świadome pogorszenie własności ssących albo ingerencję w konstrukcję budowlaną. Autorzy chcąc zaprojektować sprawną rurę ssącą bez konieczności wykonywania dodatkowych prac budowlanych podeszli do projektu niestandardowo co poskutkowało osiągnięciem zadawalającego kompromisu. .

W omawianej prezentacji przedstawiano proces projektowania geometrii rury ssącej pod kątem efektywnego odzysku energii kinetycznej. Głównymi parametrami wpływającymi na kształt rury ssącej były:

- 1) poziom rzędnej wody dolnej,
- 2) mała głębokość dna komory wylotowej
konieczność zachowania odpowiedniego poziomu zalania wylotu rury,
- 3) wysoka sprawność całego układu hydraulicznego.



Rys. 1 Charakterystyka projektowanej rury ssącej

Proces projektowania rozpoczął się od sporządzenia sparametryzowanego modelu rury i powiązania go z oprogramowaniem CAD w celu jego wykreślenia.

Następnie model bryłowy poddano symulacji numerycznej CFD z wykorzystaniem programu OpenFoam. Dzięki wynikom symulacji możliwe było zoptymalizowanie kształtu dyfuzora wlotowego, kolana oraz dyfuzora wylotowego. Następnie zaprojektowano kolejną geometrię charakteryzującą się większymi kątami rozwarcia dyfuzorów w celu zredukowania prędkości wlotowej do kolana. Dalsza poprawa cech hydraulicznych rury ssącej miała na celu zapobieganiu „rozwarstwiania się” profilu prędkości w wewnętrznej części kolana prowadząca aż do wylotu. Pomimo zredukowania prędkości wlotowej przed kolaniem nadal występowało duże zawirowanie spowodowane zbyt krótką wysokością rury ssącej (wymuszona istniejącą rzędną dna). Na podstawie przeprowadzonych badań został wyłoniony model rury ssącej, którego własności hydrauliczne jak i gabaryty spełniały oczekiwania inwestora.

W celu bardzo dokładnego odwzorowania rzeczywistej rury ssącej zastosowano metodę traconego szalunku. Jednak co jest interesujące, szalunkiem w tym przypadku był model pełny wykonany z twardego styropianu. Takie rozwiązanie umożliwiło dokładne odwzorowanie zaprojektowanego kształtu rury, oraz ułatwiło proces prac budowlano-montażowych. Dzięki zastosowaniu specjalnego rodzaju styropianu możliwe było bezpieczne zalanie szalunku betonem oraz łatwe usunięcie go z wnętrza kanału przepływowego po wyschnięciu.

W omawianym przypadku konieczne było osiągnięcie kompromisu pomiędzy możliwościami hydraulicznymi rury ssącej a gabarytami istniejącego budynku. Opisana praca umożliwiła zastosowanie optymalnego rozwiązania bez konieczności dodatkowych prac budowlanych oraz niepotrzebnego narażania stateczności budynku.

Literatura

1. **S. Michałowski, J. Plutecki**, *Energetyka Wodna*, WNT, 1975
2. **D. Stefan, P. Rudolf, A. Skotak, L. Motycak**, *Energy transformation and flow topology in an elbow draft tube*, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, Brno, 2012

Autorzy

Jarosław Tomalik, mgr inż., ukończył Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej w roku 2005. Od jest doktorantem na Politechnice Wrocławskiej. Obecnie Prezes Zarządu HYDROERGIA Sp. z o.o.

Maciej Klein, mgr inż., ukończył Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej w roku 2011. Jest doktorantem na wydziale Mechaniczno-Energetycznym. W firmie Hydroergia Sp z o.o. Sp. k. obecnie jest konstruktorem.

Konferencja została zorganizowana przy wsparciu:
The Conference has been organised with the support of:



Zespół Elektrowni Wodnych Niedzica SA
Niedzica Group of Hydropower Plants Co.

Widokowa 1, 34-441 Niedzica
www.zew-niedzica.com.pl
sekretariat@niedzica.pl

Wsparcie medialne zapewniają nam:
Media support is provided by:



„Energetyka Wodna”, kwartalnik / quarterly
www.energetykawodna.info

Redakcja / Editorial Office
redakcja@energetykawodna.info



"Czysta energia", miesięcznik / monthly
<http://www.czystaenergia.pl>

Redakcja / Editorial Office:
u.wojciechowska@czystaenergia.pl



Biznes & Ekologia, magazyn / magazine
www.biznesiekologia.pl

Redakcja / Editorial Office:
a_wojtowicz@biznesiekologia.pl



OZE.pl
ul. Murawa 12-18
(Murawa Office Park)
61-655 Poznań

tel. 0-61 847 71 50
fax. 0-61 847 71 51

OZE.PL, portal internetowy / web portal
<http://www.oze.pl>

Wydawca / Publisher
Aureus Advisors Sp. z o. o. Sp. k.,
ul. Murawa 12-18, 61-655 Poznań



Zespół Elektrowni Wodnych Niedzica S.A.

Z szacunku dla przyrody

w trosce o przyszłe pokolenia

Z e s p ó ł E l e k t r o w n i W o d n y c h N i e d z i c a
S p ó ł k a A k c y j n a

www.zew-niedzica.com.pl e-mail. sekretariat@niedzica.pl

34-441 Niedzica ul. Widokowa 1

(0-18) 26 10 150