



SMALL HYDRO ACTION FOR PROMOTION OF EFFICIENT SOLUTIONS

R&D Actors Network Meeting

 The Szewalski Institute of Fluid-Flow Machinery
Gdansk (Poland), September 10-11th, 2009

SPRAWOZDANIE ZE SPOTKANIA SIECI WYKONAWCÓW PRAC BADAWCZO-ROZWOJOWYCH NA RZECZ MAŁEJ ENERGETYKI WODNEJ

Informacje wstępne

Niniejszy raport został opracowany w związku z umową o sponsoringu Spotkania, zawartą w dniu 9 września 2009 r. między koncernem ENERGA S.A., występującym w roli sponsora, a Instytutem Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk (IMP PAN), organizatorem Spotkania, występującym w roli sponsorowanego. Umowa ta została opatrzona numerami rejestracyjnymi 668/MP/2009 (ENERGA S.A.) i C2-45/2009 (IMP PAN). Zgodnie z zapisami umowy, podstawą jej rozliczenia jest sprawozdanie z realizacji przyjętych przez Sponsorowanego zobowiązań.

Przedmiotem Spotkania była debata nt. kierunków prac badawczo-rozwojowych na rzecz małej energetyki wodnej. Spotkanie zorganizowano w ramach Pakietu Roboczego 2 (WP2) projektu SHAPES (*Small Hydro Action for Promotion of Efficient Solutions*). Pakiet Roboczy koordynuje Fundacja MHyLab z Szwajcarii, natomiast koordynatorem całego projektu jest Europejskie Stowarzyszenie MEW (*European Small Hydropower Association*, ESHA). Zgodnie z zapisami zawartymi w kontrakcie z Komisją Europejską, zasadniczym celem Projektu jest ułatwienie i wzmocnienie współpracy między ośrodkami badawczo-rozwojowymi, zmierzające z jednej strony do optymalnego ukierunkowania ich prac, a z drugiej – do promocji wyników tych prac dla ułatwienia penetracji rynku unijnego i rynków krajów rozwijających się przez nowoczesne technologie. Dalsze informacje na temat projektu znaleźć można w ulotce informacyjnej (załącznik A).

Jednym z zadań projektu była identyfikacja ww. ośrodków badawczo-rozwojowych oraz inwentaryzacja prowadzonych przez nie ostatnio projektów (poczynając od roku 1998). Zadanie to zostało wykonane częściowo. Zidentyfikowano 98 ośrodków i 152 projekty. Wśród zidentyfikowanych ośrodków są uczelnie, instytuty badawczo-rozwojowe, ale również przedsiębiorstwa wytwórcze i usługowe, prowadzące działalność innowacyjną.

Kolejnym krokiem przewidzianym w harmonogramie projektu było utworzenie załączka sieci ośrodków badawczo-rozwojowych na wspólnym spotkaniu, jakie zaplanowano w Polsce. Celem spotkania miało być podsumowanie wyników dotychczasowych prac badawczo-rozwojowych oraz wskazanie tych kierunków, które powinny być preferowane w dalszych pracach.



This event is organized under SHAPES project co-ordinated by the European Small Hydropower Association and funded by EC Directorate General for Energy and Transport within the 6th Framework Programme (Contract TREN/07//FP6EN/S07.74894/038539)



Organising Committee and Secretariat:

The Szewalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences,
ul. Fiszer 14, 80-952 Gdansk, Poland,
phone: +48 (58) 6995139, +48 608197185; fax: +48 (58) 3416144, e-mail: steller@imp.gda.pl

Podczas spotkania wykonawców Projektu, jakie odbyło się w czerwcu br. w Innsbrucku, ustalono, że spotkanie przyjmie formę serii debat poświęconych kolejnym grupom zagadnień badawczo-rozwojowych zidentyfikowanych, przez Koordynatora Pakietu Roboczego. Zgodnie z przyjętą formułą wprowadzeniem do każdej z debat miał być referat programowy wygłoszony przez specjalistę z odpowiedniej dziedziny.

Wyróżniono następujące grupy tematyczne

1. HYDROLOGIA

w tym: mapy, hydrologia, przepływ nienaruszalny, identyfikacja potencjału

2. OGÓLNE ZAGADNIENIA PROJEKTOWE I PRACE HYDROTECHNICZNE

w tym: projekty wielozadaniowe, zapory i retencja wody
odstojniki, ujęcia wody i kraty ochronne, rurociągi derywacyjne

3. ZAGADNIENIA ŚRODOWISKOWE

w tym: integracja ze środowiskiem, bioinżynieria, przepławki, kanały doprowadzające i odprowadzające wodę, oceny wpływu na środowisko

4. METODYKA OCENY WŁASNOŚCI EKSPLOATACYJNYCH
I STANU TECHNICZNEGO, REMONTY I MODERNIZACJE

w tym: metodyka oceny stanu technicznego oraz żywotności maszyn i urządzeń,
metodyka wykonawstwa i utrzymania dobrego stanu technicznego,
naprawy, remonty kapitalne i modernizacje obiektów MEW

5. WYPOSAŻENIE ELEKTROMECHANICZNE

w tym: turbiny i zintegrowane turbozespoły wodne,
możliwe powiązania z energetyką wiatrową i morską

6. WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE, NADZÓR I STEROWANIE

w tym: wyposażenie elektryczne, nadzór i sterowanie

Klasyfikacji tej podporządkowano program Spotkania. Ponieważ zrezygnowano z proponowanego wcześniej przez Organizatora swobodnego naboru referatów związanych z poszczególnymi grupami tematycznymi, sprawą kluczową stało się pozyskanie zespołu autorów referatów programowych, gotowych zainicjować dyskusję, a także kompetentnych dyskutantów, gwarantujących odpowiedni poziom debaty.

Prace przygotowawcze

Jeszcze 2008 roku, na jednym ze spotkań wykonawców projektu SHAPES, ustalono, że Spotkanie Sieci Wykonawców Prac Badawczo-Rozwojowych na Rzecz MEW (*SHP Research&Development Actors Network Meeting*) odbędzie się w siedzibie Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku w dniach 10-11 września 2009 r.

Bezpośrednio po spotkaniu w Innsbrucku Komitet Organizacyjny skierował zaproszenia do potencjalnych autorów referatów programowych (*keynote address*). Rozesłano również informacje o spotkaniu do wszystkich ośrodków badawczo-rozwojowych zidentyfikowanych w wyniku akcji inwentaryzacyjnej prowadzonej przez Fundację MHyLab (załącznik B). W piśmie poproszono o zgłaszanie informacji o realizowanych projektach badawczo-rozwojowych. Akcję tę powtórzono pod koniec lipca br., rozsyłając do tych samych adresatów nowe wersje zaproszeń (załącznik C).

W wyniku podjętych starań, w sierpniu udało się skompletować zespół autorów referatów programowych. Uzgodniono, że dostarczą oni swoje wystąpienia w formie prezentacji w programie *MS PowerPoint* oraz - w miarę możliwości - w formie pisemnej zgodnie z rozesłanymi wytycznymi. Z uwagi na obszerny zakres rzeczowy poszczególnych grup tematycznych, w niektórych przypadkach zdecydowano się na kilka referatów wprowadzających.

Większość autorów referatów wprowadzających związana była z projektem SHAPES lub przynajmniej z ESHA. Spoza tego grona udało się pozyskać tylko kilka osób, w tym:

- doc. dra hab. inż. Adama Adamkowskiego z IMP PAN
- prof. Madsa Grahl-Madsena z firmy TURBINOVA
- mgr inż. Krzysztofa Jaśkowiaka z Instytutu Energetyki
- dra Arthura Williamsa z Uniwersytetu Nottingham

W sierpniu uzgodniono również ostatecznie sprawę sponsoringu Spotkania przez Grupę Kapitałową ENERGA. Grupa została już wcześniej zaangażowana w organizację Spotkania, gdyż w programie uwzględniono zwiedzanie wybranych elektrowni Kaskady Raduni.

Chociaż umowę o sponsoringu podpisano dopiero w przeddzień Spotkania, logo Grupy pojawiło się na opracowanej wcześniej stronie internetowej www.imp.gda.pl/shapes (załącznik D) i na plakacie informującym o Spotkaniu (załącznik E). Informację o sponsoringu zamieszczono również w ulotce z programem obrad (załącznik F). Ulotkę tę otrzymali wszyscy uczestnicy Spotkania w przeddzień obrad lub w dniu ich rozpoczęcia.

Niepowodzeniem zakończyła się akcja pozyskiwania uczestników Spotkania spośród ośrodków badawczo-rozwojowych zidentyfikowanych przez Fundację *MHyLab*. Zdaniem autora niniejszego raportu złożyły się na to następujące przyczyny:

- akcja informacyjna rozpoczęta późno i w niefortunnym okresie (sezon urlopowy);
- formuła spotkania dająca nikłe szanse prezentacji własnych osiągnięć na szerokim forum oraz konsultacji w konkretnych sprawach technicznych.

Ostatecznie w spotkaniu wzięło udział 31 osób (załącznik G), zgromadzonych głównie dzięki zaangażowaniu w projekt SHAPES oraz kontaktom osobistym Przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego. Mimo tej skromnej obsady udało się zapewnić ożywioną i szczerą dyskusję na tematy związane z pracami badawczo-rozwojowymi na rzecz MEW.

Przebieg Spotkania

Dzień 1., 10 września 2009

Spotkanie rozpoczął Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, dr **Janusz Steller**. W krótkim wystąpieniu przywitał obecnych w imieniu Komitetu Organizacyjnego, poinformował o celach Spotkania, przekazał podstawowe informacje organizacyjne oraz poprosił o zabranie głosu prof. dra hab. inż. **Jarosława Mikielewicza**, dyrektora Instytutu Maszyn Przepływowych PAN.

Prof. J. Mikielewicz przywitał serdecznie wszystkich zebranych, zwracając uwagę na wieloletnie związki Instytutu z hydroenergetyką, a obecnie - także z koncernem ENERGA, zainteresowanym rozwojem odnawialnych źródeł energii. Swoje krótkie wystąpienie wprowadzające mówca zakończył życzeniami owocnych obrad prowadzących do konstruktywnych wniosków końcowych.



Prof. dr hab. inż. Jarosław Mikielwicz, Dyrektor IMP PAN, powitał zebranych i otworzył obrady



W imieniu Sponsora oraz Towarzystwo Elektrowni Wodnych (TEW) zebranych powitał Prezes spółki ENERGA Elektrownie Straszyn i jednocześnie Prezes TEW, Andrzej Tera

Po wystąpieniu Dyrektora IMP PAN, głos zabrał ponownie Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, który poinformował o instytucjach i organizacjach współpracujących przy organizacji Spotkania. W tym kontekście wymienił Grupę Kapitałową ENERGA, jako sponsora oraz poprosił o zabranie głosu p. **Andrzeja Terse**, prezesa spółki ENERGA Elektrownie Straszyn oraz Towarzystwa Elektrowni Wodnych (TEW).

Mówca rozpoczął swoje wystąpienie od krótkiej prezentacji Towarzystwa Elektrowni Wodnych oraz jego związków ze strukturami europejskimi, a zwłaszcza z Europejskim Stowarzyszeniem MEW (ESHA). Związki te datują się od roku 2004, kiedy to Towarzystwo Elektrowni Wodnych, wspólnie z Instytutem Maszyn Przepływowych PAN oraz Towarzystwem Rozwoju MEW miało okazję gościć w Gdańsku i Grudziądzu delegację Zarządu ESHA, wraz z jego prezesem, prof. Bernhardem Pelikanem. Od tego czasu TEW uczestniczy w projektach koordynowanych przez ESHA, a jego interesy w Zarządzie tej organizacji reprezentuje wiceprezes TEW, dr Janusz Steller. W niedalekiej przyszłości przewiduje się przystąpienie TEW do ESHA na prawach członka korporacyjnego. W dalszej części swojego wystąpienia prezes A.Tersa przekazał zebrany podstawowe informacje o Grupie Kapitałowej ENERGA oraz spółce ENERGA Elektrownie Straszyn. Witając zebranych w imieniu reprezentowanych przez siebie instytucji i organizacji, mówca złożył wszystkim obecnym serdeczne życzenia owocnych obrad i satysfakcji z pobytu w Gdańsku. Swoje wystąpienie zakończył zaproszeniem do odwiedzenia elektrowni wodnych na Kaskadzie Raduni, eksploatowanych przez spółkę ENERGA Elektrownie Straszyn. Wizytę taką przewidziano w godzinach popołudniowych.

Kolejnym mówcą była Sekretarz Generalny ESHA i zarazem koordynator projektu SHAPES, p. **Gema San Bruno**. Mówczyni przedstawiła podstawowe założenia i cele projektu (patrz załącznik A). Wśród zadań, jakie postawili sobie Wykonawcy Projektu, wymieniła:

- ocenę prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW i stworzenie podstaw racjonalnej koordynacji (wkład do Europejskiego Obszaru Badawczego, ERA);
- utworzenie sieci ośrodków prowadzących prace badawcze na rzecz MEW;
- rozwój bazy edukacyjnej dla małych elektrowni wodnych;
- promocję modernizacji istniejących obiektów;
- promocję nowych rozwiązań technicznych do wykorzystania w istniejącej infrastrukturze;
- wkład MEW dla zrównoważonego rozwoju regionów – w tym promocję elektryfikacji wsi na terenach niezelektryfikowanych.

Szczególną uwagę zwróciła na pakiet roboczy nr 2, w ramach którego dokonywana jest inwentaryzacja prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW.

Wyniki dotychczasowej inwentaryzacji omówiła p. **Aline Choulot** (Laboratorium Minihydrauliki, *MHyLab*, Montcherand, Szwajcaria). Wśród zasadniczych celów tej pracy wymieniła:

- otwarcie możliwości unikania nieskoordynowanych i redundantnych programów badawczo-rozwojowych;
- jasne sformułowanie potrzeb badawczo-rozwojowych w dziedzinie MEW
- ułatwienie transferu technologii z laboratoriów na rynek;
- poprawę jakości materiałów i infrastruktury proponowanej dla MEW (lepsze wykorzystanie istniejących zasobów);
- wniesienie wkładu do europejskiej polityki badań na rzecz MEW.



**Obrady poprowadził Przewodniczący
Komitetu Organizacyjnego i wiceprezes TEW,
dr Janusz Steller**



**Sekretarz Generalny ESHA, p. Gema Sanbruno
przedstawiła najważniejsze informacje
o projekcie SHAPES**



**Wyniki inwentaryzacji podmiotów realizujących w ostatniej dekadzie
projekty badawczo-rozwojowe na rzecz MEW przedstawiła Aline Choulot**

Jako główne kierunki badań wynikające z przeprowadzonej inwentaryzacji p. A.Choulot wymieniła:

- turbiny przeznaczone do pracy przy niskich i bardzo niskich spadach;
- pompy przeznaczone do pracy turbinowej;
- generatory z magnesami stałymi;
- rozwój oprogramowania wspomagającego studia wykonalności
- retencję wody;
- ochronę zasobów rybnych;
- studia inwentaryzacyjne na temat cieków i sieci wodnych (irygacyjnych).

Wypowiedź swoją ilustrowała fragmentami bazy danych wykonanej w formie skoroszytu programu *MS Excel*.

Jednocześnie p. A.Choulot zwróciła uwagę na duże trudności z dotarciem do materiałów źródłowych, w tym na niedostatek artykułów szczegółowych, zwłaszcza dotyczących budownictwa hydrotechnicznego oraz innowacji technicznych. Wskazała również na niewielką liczbę konferencji gromadzących międzynarodowe gremium specjalistów z zakresu MEW. Wyraziła opinię, że pod względem wymiany informacji i innowacyjności sytuacja w małej energetyce wodnej jest znacznie gorsza niż w energetyce wielkiej.

Wśród możliwych przyczyn trudności w doprowadzeniu do lepszej komunikacji między podmiotami zaangażowanymi w prace badawczo-rozwojowe na rzecz MEW wymieniła:

- brak środków na taką współpracę;
- nacisk ze strony rynku;
- konkurencję;
- problemy językowe;
- odmiennosc celów w stosunku do wielkiej energetyki wodnej (minimalizacja kosztów inwestycyjnych zamiast zwiększania produkcji).

Omawiając zadania pozostające wciąż do wykonania w ramach pakietu roboczego p. A.Choulot wymieniła:

- ilościowe i jakościowe uzupełnienie wykazu projektów badawczo-rozwojowych i ich wykonawców;
- skontaktowanie się z podmiotami związanymi z małą energetyką wodną, w tym:
 - z wykonawcami prac badawczo-rozwojowych celem uzyskania informacji o losach ich projektów,
 - z wytwórcami celem uzyskania syntetycznej informacji o ich potrzebach,
 - z krajowymi stowarzyszeniami operatorów MEW celem identyfikacji podstawowych problemów i zapotrzebowania rynku.
- syntezę tematów i potrzeb prac badawczo-rozwojowych, w tym:
 - identyfikację możliwych powiązań z innymi rodzajami technologii OZE;
 - proponowanie priorytetów prac badawczo-rozwojowych;
 - opracowanie systemu do monitorowania projektów badawczo-rozwojowych.

Microsoft Excel - 02_Choulot_SHAPES_Gdansk_2009.xls										
Bil Edycja Wstaw Format Narzędzia Dane Okno Pomoc Adobe PDF										
Times 12 B U Bold Italic Underline Font Color Background Color Text Color										
H104										
A B C D E F G H I J										
1		SHAPES								
2		WP2: SHP Research Entity Network			Number of actors	103	100			
3		Actors								
4										
5	Shape numbers	Country	Institution name	Fields of activities	Address	Phone	Fax	Web site	Project manager	
66	1	Norway	STATKRAFT	electrical power supply	PO Box 200, Lilleakerveien 6, Lilleaker, NO-0216 Oslo	+47 24 06 70 00	info@statkraft.com	http://www.statkraft.com/	Jorgen Kildahl	
67	1	Norway	The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)	administration of water and energy resources	Middelthunsgt. 29, P.O. Box 5091 Majorstua, NO-0301 Oslo, Norway	+47 22 95 95 95	nve@nve.no	www.nve.no	Kjell Otto Bjørnå	
68	1	Norway	VA Tech AS							
69	IMP-Pan	Poland	IMP PAN - The Szwalski Institute of Fluid Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences	hydraulic machinery	Instytut Maszyn Przepływowych PAN, ul. Fałerna 14, 80-231 Gdańsk	+48 58 3411271	imp@imp.gda.pl	www.imp.gda.pl	Prof. Adam Adamkowski	adam@imp.gda.pl
70	1	Poland	Institute of Power Engineering, Gdansk Division	control systems, electrical equipment	Instytut Energetyki OGdansk, ul. Mikolaja Reja 27, 80-870 Gdańsk	+48 58 349-32-02	ien@ien.gda.pl	www.ien.gda.pl	Prof. Krzysztof Madajewski	k.madajewski@ien.gda.pl
71	1	Poland	Institute of Power Systems Automation	control systems	Instytut Automatyki Systemów Energetycznych, ul. Wyszyńska 1, 51-618 Wrocław	+48 (71) 348 42 21		www.ias.wroc.pl	Edward Ziąba	edward.ziba@pwr.wroc.pl
72	1	Poland	Technical University of Gdansk, Chair of Turbomachinery and Fluid Mechanics	hydraulic machinery	Politechnika Gdańska, Katedra Maszyn Winiowych i Mechaniki Płynów, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk	+48 58 347 26 83		www.pg.gda.pl/~krzyztof/kowwmp.htm	Prof. Jan Szantyr	jan@pg.gda.pl
73	1	Poland	Technical University of Wrocław, Faculty of Mechanical and Power Engineering, Department of Design Fundamentals and Fluid Flow Machinery	hydraulic machinery	Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny-Energetyczny, Zakład Podstaw Konstrukcji i Maszyn Przepływowych, Wybrzeże Wyspińskiego 27, 50-370 Wrocław	+4871 372-38-57		http://fluidit.pwr.wroc.pl/~wrm	Prof. Janusz Flutecki	janusz.flutecki@pwr.wroc.pl
74	1	Poland	Technical University of Silesia, Institute of Power Machinery and Equipment, Department of Hydraulic Machinery and Equipment	hydraulic machinery	Politechnika Śląska, Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice	+48 32 237-11-07	minh@imse.polsl.pl	http://www.imse.polsl.pl/~wrm	Dr Jan Rduch	jan.rduch@imse.polsl.pl
75	1	Poland	CEDI Sp z o.o.	hydraulic machinery and control systems	CEDI Sp z o.o., 458 Nowogóra, 32-065 Krzeszowice, Polska	+48 12 357 20 00	post@creative-engineering.eu	http://www.creative-engineering.eu/index_en.htm	Marcin Styrzyński	marcin.styrzynski@creative-engineering.eu
76	1	Poland	ZRE Gdańsk	hydraulic machinery	ZRE Gdańsk Sp. z o.o., ul. Litewska 14 A, 80-719 Gdańsk	+48 (58)320 77 00	biuro@zre.gdansk.pl	http://www.zre.gdansk.pl/index_en.php	Tomasz Osara	osara@zre.gdansk.pl
77	1	Poland	Chybi Engineering							
78	1	Romania	"Politehnica" University of Timisoara, Faculty of Mechanical Engineering, Chair of Hydraulic and	hydraulic machinery	Universitatea "Politehnica" Timisoara, Catedra de masini si sisteme hidraulice si pneumatice, Bd. Revolutiei 59, 300222 Timisoara	+40 256 403681	mih@mech.upt.ro	http://www.mech.upt.ro/~mih/	Prof. Dr. Ing. Ilare Bordesaru	ilare@mech.upt.ro

Microsoft Excel - 02_Choulot_SHAPES_Gdansk_2009.xls										
Bil Edycja Wstaw Format Narzędzia Dane Okno Pomoc Adobe PDF										
Times 12 B U Bold Italic Underline Font Color Background Color Text Color										
G133										
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA										
1		SHAPES								
2		WP2: SHP Research Activities			Number of projects	155				
3		Numbers of R&D projects			from 1998					
4										
5										
6		Country	Institution name	Name of Institution	Disciplines	Fields of activities	Key words	Objective		
101	1	Poland	The Szwalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences	CLEANERPAS Centre for Clean and Safe Technologies in Power Engineering	renewable energy sources, small hydro, centre of excellence, consulting services, handbooks			There were 11 work packages within the project including WP1 "Development of small hydro in Poland" and WP2 "Support of national hydropower industry by means of advanced diagnostic and performance test techniques and enhanced engineering experience". Technical support for small hydro power investors in Poland by creation of Small Hydro Consulting Centre and unification of the design documentation developed previously in the IMP PAN of was the objective of WP1. Development of advanced measurement methods and diagnostic techniques, implementation of new national and international standards and exchange of experience with leading EU and New Accession States companies and research centres were formulated as the main objectives of WP2.		
102	1	Poland	The Szwalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences	R&D study on the methods in design of low head hydraulic propeller turbines	CAD, propeller turbine, flow analysis, boundary element method, finite volume method, performance tests, PIV			The purpose is to update the available design methods of low head propeller turbines by means of numerical flow analysis, modern tools of 3D design and validation of the methods by testing the newly designed model machine at the IMP PAN test rig.		
103	1	Poland	The Szwalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences + University of Warmia and Mazury in Olsztyn	assess agricultural power generating complexes as an example of dispersed regeneration based on	pico turbine, tubular turbine			Design and testing of a prototype hydraulic pico unit using solely kinetic energy of water for electrical energy generation is one of tasks within this large project.		
104	1	Poland	Technical University of Gdansk, Chair of Turbomachinery and Fluid Mechanics	New methods in design of low head water turbine flow systems	low head turbine, tubular turbine, blade and vane cascades, design, optimisation			Significant enhancement of knowledge on the physical phenomena responsible for the flow pattern through hydraulic turbines. Development of modern techniques in design of hydraulic turbine flow systems, based mainly on utilising the modern computational methods in numerical fluid mechanics, validated by means of relevant laboratory tests.		
105	1	Poland	Technical University of Silesia, Institute of Power Machinery and Equipment, Department of Hydraulic Machinery and Equipment	Analysis of selected performance properties of cross-flow hydraulic turbines	cross-flow turbine, Banki turbine, Cink turbine, reactive turbine, impulse turbine, performance tests, cavitation properties			The main purpose was to check performance of reactive and impulse cross-flow turbines and to develop a new series of types of such machines. For this purpose a reactive turbine with classic guide vane and an impulse turbine with a cylindrical plate regulation were assumed to be developed at the IMP PAN (Gdansk, Poland) and at the TU Silesia, respectively.		
106	1	Poland	Technical University of Silesia, Institute of Power Machinery and Equipment, Department of	Development and investigation of a new concept of cross-flow	cross-flow turbine, performance tests					

Fragmenty bazy danych o pracach badawczo-rozwojowych na rzecz MEW (A.Choulot, MHyLab)

Wystąpienie A.Choulot spotkało się z żywą reakcją zebranych. Kontrowersje wzbudził zwłaszcza pogląd o braku informacji o innowacyjnych rozwiązaniach technicznych w dziedzinie MEW. Dr J.Steller zwrócił uwagę na takie przykłady, jak hydrozespoły o zmiennej prędkości obrotowej, z generatorami wykorzystującymi magnesy trwałe, reakcyjne turbiny o przepływie poprzecznym, hydrozespoły na bardzo niskie spadki. Wskazał również, że cały szereg opracowań dotyczących wielkiej energetyki wodnej dotyczy również małych obiektów. Zgodził się natomiast z tezą, że konkurencja między firmami może stanowić przeszkodę w rozwijaniu współpracy. W podobnym duchu wypowiedział się dr **Nino Frosio** (*APER, Studio Frosio*), który zwrócił uwagę, że postęp w technologii zorientowanej na małą energetykę wodną jest wyraźnie zauważalny, choć nie ma on charakteru skokowego, lecz ciągły.

Z kolei prof. **Bernhard Pelikan** wyraził opinię, że w odróżnieniu od „wielkiej” energetyki wodnej, prowadzenie prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW wymaga zewnętrznego wsparcia. Nawiązał tym samym do wcześniejszej wypowiedzi dra J.Stellera, który wskazał, że projekty związane z MEW przegrywają często konkursy o dotacje z uwagi na ignorowanie wielozadaniowego charakteru obiektów hydroenergetycznych i stosowanie jednakowych, jednostronnych kryteriów do wszystkich rodzajów OZE. W dalszym ciągu dyskusji p. **Frank Blaker** (*TURBINOVA*, Bergen, Norwegia) zwrócił uwagę, że w debacie na temat prac badawczo-rozwojowych udział powinni brać producenci wyposażenia i inwestorzy, których zabrakło na sali obrad, a którzy byliby w stanie zapewnić znaczącą część finansowania. Do tej ostatniej wypowiedzi ustosunkował się dr J.Steller wyjaśniając, że zgodnie z wcześniej przyjętą formułą, zadaniem organizatorów było doprowadzenie do spotkania przedstawicieli ośrodków badawczo-rozwojowych i sprowokowanie wewnętrznej dyskusji na temat kierunków prac badawczych wymagających wsparcia zewnętrznego. Niestety, cel ten udało się zrealizować tylko w ograniczonym stopniu.

Dyskusja programowa, nawiązująca do wystąpienia p. Aline Choulot, zakończyła pierwszą sesję Spotkania. Dalsze obrady zorientowane były na konkretne grupy zagadnień, nawiązujące do klasyfikacji dokonanej przez MHyLab.

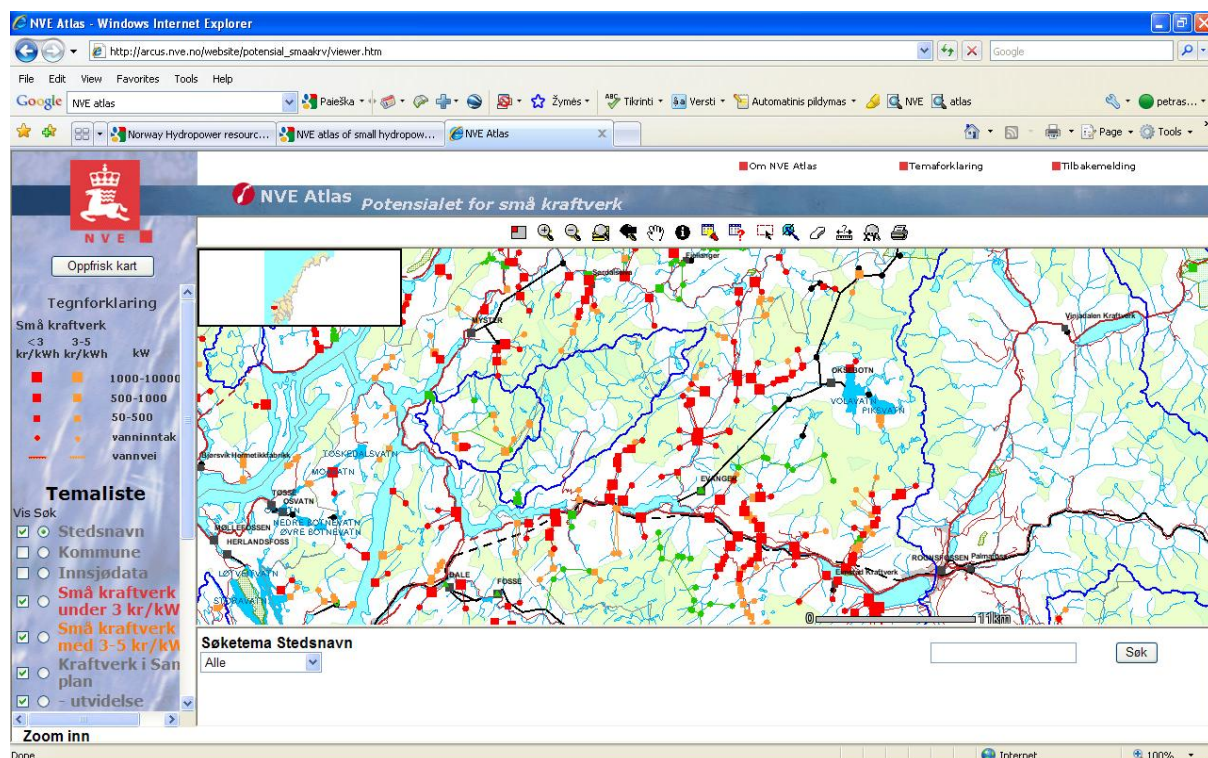
Zgodnie z programem, referat wprowadzający do sesji hydrologicznej, a także nawiązującą do niego dyskusję poprowadził prof. **Petras Punys** z Litewskiego Uniwersytetu Rolniczego w Kownie. Swoje wystąpienie rozpoczął od przeglądu metodyki analizy hydrologicznej. Jako zasadnicze cele takiej analizy z punktu widzenia hydroenergetyki wskazał:

- wyznaczanie krzywych czasów trwania przepływów;
- wyznaczanie krzywych konsumpcyjnych dla wody dolnej;
- analizę stanów powodziowych ze względu na upusty na stopniach;
- wyznaczanie charakterystyk powierzchni/objętość zbiornika;
- wyznaczanie krzywych eksploatacyjnych zbiorników;
- określanie przepływów nienaruszalnych.

Omawiając narzędzia wspomagające ocenę zasobów hydroenergetycznych dokonał skróconej analizy porównawczej dostępnego w sieci internetowej oprogramowania (tabela 1). Na kilku przykładach wskazał również na możliwość wykorzystania do tego celu systemów informacji geograficznej GIS. Omawiając metodykę określania przepływów nienaruszalnych, wskazał na różnice między metodami opartymi o historię przepływów, o rozważania hydrauliki przepływów oraz o rozważania dotyczące środowiska przyrodniczego dla organizmów żywych (metody habitatowe).

Tabela 1. Narzędzia programistyczne wspomagające ocenę zasobów hydroenergetycznych (P.Punys, Litewski Uniwersytet Rolniczy, Kowno)

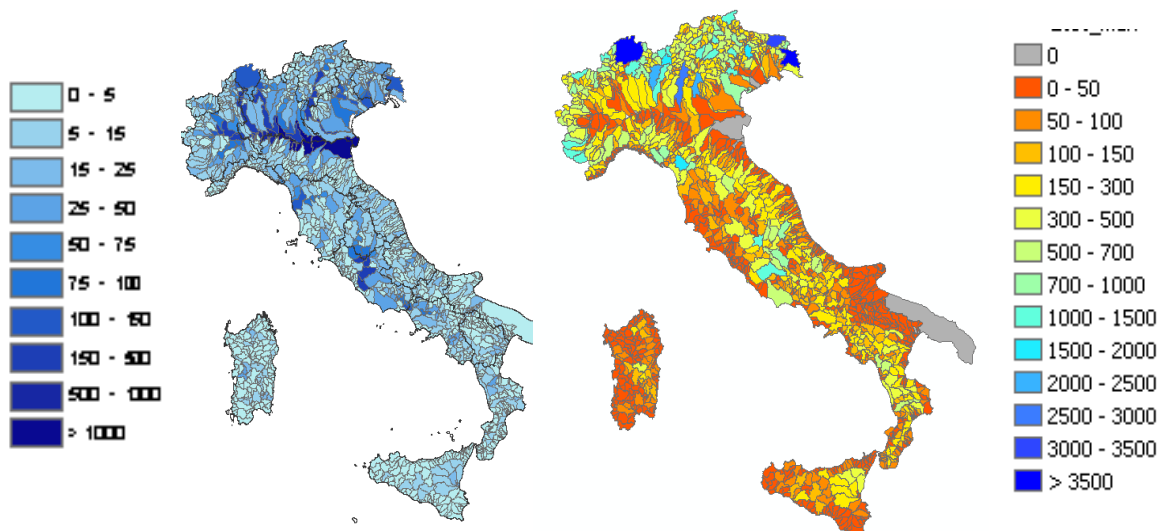
Narzędzie			Własności					www
Produkt	Instytucja opracowująca	Zasięg stosowania	Hydrologia	Moc & Energia	Nakłady	Ocena ekonomiczna	Projekt koncepcyjny	
Integrated method for power analysis (IMP 5) (bezpłatnie)	Natural Resources Canada and Powel.	międzynarodowy	✓	✓				http://www.small-hydro.com/index.cfm?fuseaction=planning.imp
RETScreen® (bezpłatnie)	Natural Resources Canada	międzynarodowy	✓	✓	✓	✓		http://www.retscreen.net
PEACH	ISL Bureau d'Ingénieurs Conseils	międzynarodowy	✓		✓		✓	http://www.isl.fr/refpages/fr/pages/refa5r1.htm
HydrA (European Atlas of Small scale hydropower resources)	Centre for Ecology & Hydrology, UK, ESHA	Hiszpania, Włochy?	✓	✓				oprogramowanie niedostępne ????
HydrA HP	Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, UK	India, Himachal Pradesh	✓	✓				http://www.gisdevelopment.net/application/utility/power/utilityp0009a.htm
Hydropower Evaluation Software (HES) (bezpłatnie)	Department of Energy, Idaho	USA	✓					http://hydro2.inel.gov/resourceassessment/software/
HEC RESIM 3.0 (bezpłatnie)	Hydrologic Engineering Center of the US Army Corps of Engineers	międzynarodowy	✓	✓				http://www.hec.usace.army.mil/software/hecressim/index.html



Source: http://arcus.nve.no/website/potensial_smaakrv/viewer.htm

Stream flow
 m^3/s

GWh/year



Alterach et al., Hidroenergia 2008

Przykłady wykorzystania technologii GIS do oceny potencjału hydroenergetycznego.
U góry: mapa lokalizacji dla małych elektrowni wodnych w Norwegii;
Niżej: ocena teoretycznego potencjału hydroenergetycznego Włoch na podstawie informacji o opadach
(P.Punys, Litewski Uniwersytet Rolniczy, Kowno)

Na zakończenie swojego wystąpienia prof. P.Punys sformułował następujące zagadnienia do dyskusji:

Dane hydrologiczne i ich analiza

- Dostępność danych o przepływach: Czy dane te są swobodnie dostępne?
Alternatywnie: czy kosztują one dużo? Czy można uzyskać te dane *on-line*?
- Czy sieć stacji hydrologicznych jest dostatecznie gęsta,
by objąć również małe i średnie ciekły wodne?
- W zakresie zastosowań hydrologicznych modeli symulacji przepływu:
 - Czy podstawowe dane historyczne i fizyczne dla rozważanej rzeki uzasadniają stosowanie tych modeli?
 - Czy czasochłonność i koszty pozwalają na ich stosowanie?
- Czy znane są przypadki, gdy analiza lub obliczenia hydrologiczne doprowadziły do niskiej rentowności małej elektrowni wodnej? Na przykład, gdy doszło do obniżenia produkcji energii. Czy można wskazać główne źródła błędów takiej analizy?

Narzędzia oceny zasobów hydroenergetycznych

- Jakie pakiety softwarowe dominują przy ocenie zasobów hydroenergetycznych MEW? Czy zawsze można ufać ich wynikom?
- Czy nadal używany jest pakiet software'owy HydrA? Pakiet ten został opracowany przez brytyjski Instytut Hydrologii na zamówienie ESHA i jest przeznaczony do oceny potencjału hydroenergetycznego w dowolnym miejscu na terenie Zjednoczonego Królestwa, Hiszpanii i Włoch.

Geograficzne systemy informatyczne:

czy rzeczywiście mogą one pomóc przy identyfikacji potencjału dla MEW?

- Które z krajów europejskich posiadają funkcjonalny atlas (małej) energetyki wodnej (*Virtual Hydropower Prospector*)?
- Czy rzeczywiście należy promować rozwój MEW?
- Jak wygląda obecna sytuacja odnośnie map cyfrowych i zbiorów danych wysokościowych? Czy poprawiają się dostępność i wiarygodność danych wysokościowych otwiera drzwi do bardziej dokładnego i efektywnego modelowania?

Przepływ nienaruszalny (biologiczny)

- Metody oparte na danych hydrologicznych i hydraulicznych zakładają, że przepływy poniżej wartości naturalnych będą przyczyniać się do degradacji ekosystemu, podczas, gdy metody habitatowe uwzględniają możliwość, że pod pewnymi względami naturalny ekosystem może się rozwinąć po wprowadzeniu przepływów innych niż naturalne. Która z tych metod jest najbardziej korzystna dla rentowności przedsięwzięcia?
- Przeciętny procent strat produkcji energii elektrycznej przez małą elektrownię wodną z tytułu zachowania przepływu nienaruszalnego. Jaki zakres tych strat można uznać za możliwy do przyjęcia?



Merytoryczną dyskusję na temat oceny zasobów hydrologicznych wywołał prof. Petras Punys (z prawej)

W dyskusji na ww. tematy udział wzięli: prof. Mads Grahl-Madsen, prof. Bernhard Pelikan, prof. Bogdan Popa (Politechnika Bukaresztańska, Rumuńskie Towarzystwo Energetyki Wodnej), p. Vincent Denis (MHyLab), dr Nino Frosio, p. Gema San Bruno i p. Frank Blaker.

Prof. **Mads Grahl-Madsen** stwierdził, że informacje o warunkach hydrologicznych w Polsce są w zasadzie dostępne. W wielu przypadkach, dla zgrubnej oceny zasadności ekonomicznej przedsięwzięcia inwestycyjnego, a zwłaszcza dla wyznaczenia rozkładu przepływów w ciągu roku na małych ciekach, dobrze jest korzystać z danych o rozkładzie opadów w zlewni.

Prof. **Bernhard Pelikan** zauważył, że wyjątkowo korzystna sytuacja panuje pod tym względem w Austrii, gdzie dane hydrologiczne są dostępne bezpłatnie *on-line* i w odpowiednich publikacjach. Doświadczenia z niektórych innych krajów, np. z Rumunii, bywają jednak bardzo złe. Uzyskanie potrzebnych danych wymaga tam dużo pieniędzy i wysiłku. Sytuacja podobna do Austrii występuje w Niemczech, Szwajcarii i w niektórych innych krajach.

Prof. **Bogdan Popa** potwierdził, że administracja państwowa w Rumunii dysponuje pewnymi danymi hydrologicznymi, dotyczą one jednak głównie wielkich rzek. Dane historyczne są praktycznie niedostępne. Dane z okresu sprzed 1989 rokiem okazały się w wielu przypadkach przeszacowane. Jak stwierdził prof. M.Grahl-Madsen, w Polsce sytuacja jest odmienna – kluczowe znaczenie ma zagospodarowanie nadwyżek niewykorzystanych w istniejących obiektach. Brak dostatecznie dokładnych danych nie powinien jednak powstrzymywać rozwoju energetyki wodnej. W tym kontekście wspominał o długookresowych zmianach w rozkładzie przepływów.

Pogląd o ograniczonym znaczeniu danych o przepływie zakwestionował p. **Vincent Denis** stwierdzając, że chociaż niedoszacowanie przepływu na projektowanym obiekcie jest niezwykle przykre dla inwestora, to jego przeszacowanie może prowadzić do przewymiarowania budowli hydrotechnicznej oraz wyposażenia elektrowni i w konsekwencji

– do fatalnych skutków technicznych i ekonomicznych. W tym kontekście przytoczył przykład z Szwajcarii, gdzie po 13 latach eksploatacji turbinę o przepłyku 250 l/s trzeba było wymienić na turbinę o przepłyku 100 l/s. Wypowiedź ta spowodowała dyskusję na temat czasu obserwacji przepływu, jaki należy uznać za niezbędny do podjęcia decyzji inwestycyjnej. W dyskusji tej V.Denis zwrócił uwagę, że niezależnie od obserwacji dziesięcioletnich, przy planowaniu inwestycji pożądana jest analiza trendów długookresowych. Na problemy z przeszacowaniem przepływów w oficjalnych dokumentach we Włoszech, zwłaszcza w kontekście rosnących wpływów środowisk proekologicznych, zwrócił uwagę także dr **Nino Frosio**.

Ustosunkowując się do pytania, dotyczącego oprogramowania do oceny potencjału hydroenergetycznego, dr N.Frosio stwierdził, że program *Hydra* wykorzystuje dość przestarzały model, wyznaczający pewne wartości średnie między innymi w oparciu o dane geomorfologiczne. Program ten, niegdyś chętnie stosowany, dziś wyszedł już niemal całkowicie z użycia. Dużą popularność tego programu w latach 90-tych i później potwierdziła również Sekretarz Generalny ESHA, p. **G. San Bruno**. Zaznaczyła ona jednocześnie brak technicznych możliwości jego efektywnej aktualizacji mimo licznych zapytań w tej sprawie.

Większość dyskutantów podzieliła sceptyczny pogląd dra N.Frosio na temat możliwości oprogramowania procedur wyznaczania przepływu nienaruszalnego z uwagi na wielką liczbę uwarunkowań, w tym danych o geomorfologii i strukturze gruntu. Z opinią tą nie do końca zgodził się prof. P.Punys, uznając, że algorytmy takie mogą być jednak wykorzystywane na etapie studiów przedwstępnych. Zdanie to podzieliła p. **Aline Choulot**, wskazując również na łatwy dostęp do oprogramowania w sieci internetowej.

Pozytywną opinię o bardziej zaawansowanym oprogramowaniu, opartym o geograficzne systemy informatyczne i uwzględniającym zarówno geomorfologię, jak i strukturę podłoża zlewni, wyraził prof. B.Popa. Opinia ta okazała się zgodna z opinią prof. P.Punysa. Ta wymiana zdań wywołała jednak kwestię wiarygodności danych wejściowych. Podniósł ją p. **Frank Blaker**, zadając pytanie o dokładność pomiarów przepływu przez stacje hydrologiczne. Do zagadnienia tego odnieśli się prof. P.Punys, B.Popa i B.Pelikan. Chociaż - jak zaznaczył prof. B.Popa - stosowana metodyka pomiaru jest raczej nieskomplikowana, to kluczową sprawą może okazać się stabilność profilu hydrometrycznego. Tę ostatnią sprawę podniósł prof. B.Pelikan, powołując się na swoje doświadczenie zawodowe. Ostatecznie, wszyscy zgodzili się, że pomiary takie można uznać za wiarygodne pod warunkiem wcześniejszego określenia przekroju hydrometrycznego i jego wzorcowania.

Na inne ograniczenia dotyczące praktycznego zastosowania oprogramowania do oceny potencjału hydroenergetycznego zwrócił uwagę dr **Nino Frosio**. Wskazał on, że na podstawie danych fizjograficznych można ocenić potencjał teoretyczny i techniczny. Określenie potencjału rzeczywiście nadającego się do wykorzystania wymaga uwzględnienia szeregu uwarunkowań dodatkowych, w tym ograniczeń środowiskowych i ekonomicznych, zapotrzebowania na wodę pitną, potrzeb melioracyjnych itp. Informacje na temat tych ograniczeń trudno przedstawić w postaci pliku danych przeznaczonego dla programu komputerowego. Otwiera to pytanie o cel, jaki stawiają sobie twórcy takich programów.

Ostatnią sprawą poruszoną w dyskusji była kwestia preferowanej metodyki określania przepływu nienaruszalnego. Prof. P.Punys opowiedział się za metodyką habitatową, na co zareagował prof. B.Pelikan, wskazując, że w przypadku małych cieków zatrudnienie wykwalifikowanego zespołu biologów może być bardzo kosztowne. W tym kontekście wymienił przykład elektrowni o mocy 200 kW, dla której ekspertyza tego rodzaju kosztowała 30 tys. €.

Podsumowując debatę, prof. **Petras Punys** stwierdził, iż w jej świetle hydrologii nie można uznać za naukę zachowawczą. Opinia ta spotkała się z uznaniem wszystkich zebranych.

W ramach sesji poświęconej ogólnym zagadnieniom projektowym oraz hydrotechnicznym aspektom rozwoju MEW przewidziano dwa wystąpienia. Referat programowy wygłosił prof. **Bogdan Popa**. Odniósł się w nim krytycznie do metodyki zastosowanej podczas inwentaryzacji projektów badawczo-rozwojowych i ich wykonawców. Krytycznie odniósł się także do możliwości realizacji niektórych celów, jakie postawili sobie wykonawcy projektu. Mimo tej krytyki, jednoznacznie podkreślał celowości wyczerpującej analizy stanu prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW w Unii Europejskiej.



Prof. Bogdan Popa ustosunkował się krytycznie do metodyki zbierania informacji o projektach badawczo-rozwojowych

Przedmiotem zasadniczej krytyki były niejasne kryteria dotyczące kwalifikacji wykonawców prac badawczo-rozwojowych oraz samych projektów. Wśród zidentyfikowanych 98 podmiotów znalazły się uczelnie, instytuty badawczo-rozwojowe, ale również przedsiębiorstwa wytwórcze i usługowe, prowadzące działalność innowacyjną. Nie zakwalifikowano instytucji publicznych, organów administracji rządowej i lokalnej, takich jak OPCOM i ANRE w Rumunii. Otwarte pytanie postawił mówca w odniesieniu do niektórych przedsiębiorstw państwowych.

Jako niejasne uznał też prof. B.Popa kryteria kwalifikacji projektów badawczo-rozwojowych (152 projekty od roku 1998). Komentując małą liczbę projektów z Rumunii, postawił pytanie,

czy przy kwalifikacji kierowano się źródłem finansowania (organy rządowe, instytucje międzynarodowe, przedsiębiorstwa państwowe) i wysokością nakładów.

Jako strukturalną przyczynę wad przeprowadzonej inwentaryzacji wskazał brak zaangażowania specjalistów z licznych krajów objętych inwentaryzacją. Wykorzystywane źródła informacji – sieć internetowa, artykuły – uznał za niewystarczające.

Wskazał także, że rekomendacje dotyczące ukierunkowania prac badawczo-rozwojowych nie powinny ograniczać się do poziomu europejskiego (ESHA). Jako niezbędne uznał sterowanie na poziomie krajowym.

Nawiązując do tego zagadnienia prof. B.Popa odniósł się do kwestii wdrażania zaleceń i dyrektyw Unii Europejskiej na poziomie krajów członkowskich. Stwierdził, że posługując się tymi zaleceniami, politycy krajowi są w stanie wstrzymać każdą inicjatywę niezgodną z ich interesami. Jako przykład podał budowę małych elektrowni wodnych w zgodzie z Ramową Dyrektywą Wodną i Dyrektywą o Promocji Odnawialnych Źródeł Energii.

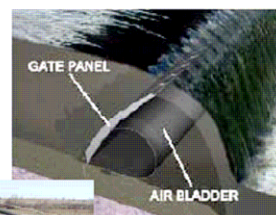
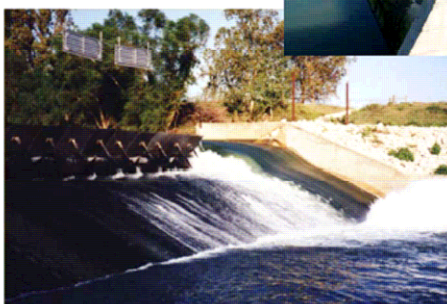
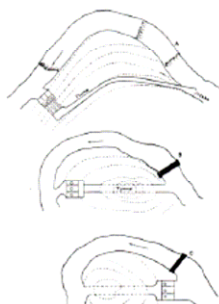
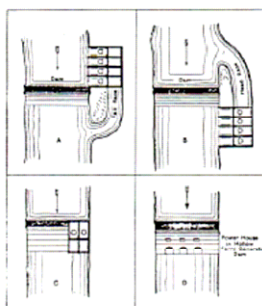
Autor niniejszego raportu stwierdza, że wiele uwag krytycznych wyrażonych przez prof. B.Popę miało głębokie uzasadnienie i należy żałować, że podniesione przez niego kwestie metodologiczne nie stały się przedmiotem dyskusji. W myśl przyjętej formuły, dyskusję taką planowano na zakończenie sesji, po referacie prof. M.Grahl-Madsena. Ostatecznie, z braku czasu, z zamiaru tego trzeba było jednak zrezygnować.

Tytuł wystąpienia prof. **Madsa Grahl-Madsena** zapowiadał intrygującą dyskusję na temat możliwości stosowania w małej energetyce wodnej odmiennych rozwiązań technicznych niż w energetyce „wielkiej”. W rzeczy samej całe wystąpienie można było odczytać jako apel o większą kreatywność i niestandardowe myślenie inżynierskie.

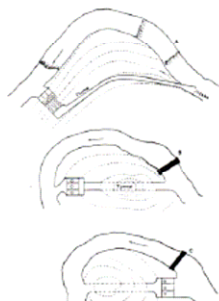
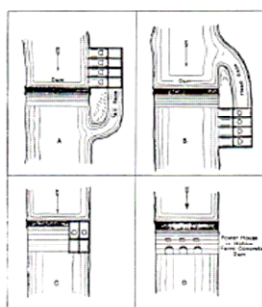


Wystąpienie prof. Madsa Grahl-Madsena było przedmiotem ożywionej polemiki

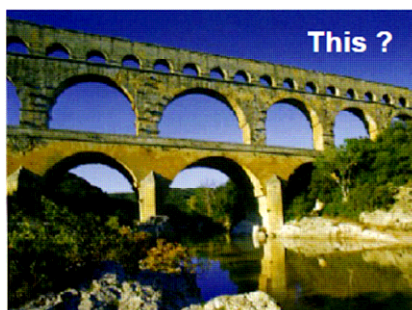
A Dam is A Dam



Supply Channel



A cost effective
supply or a
monument for the
future to admire



This ?

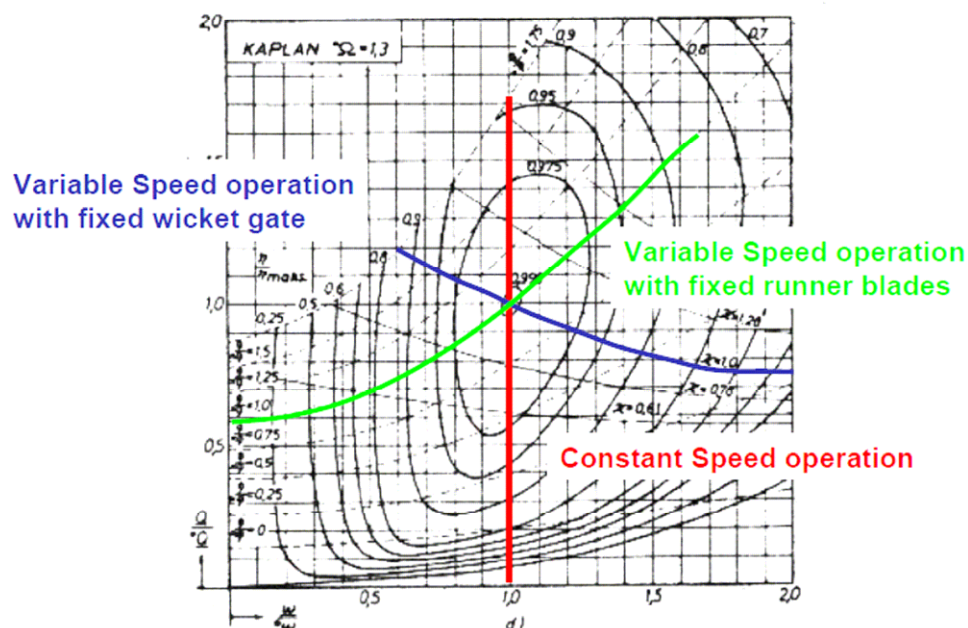


or may be this ?

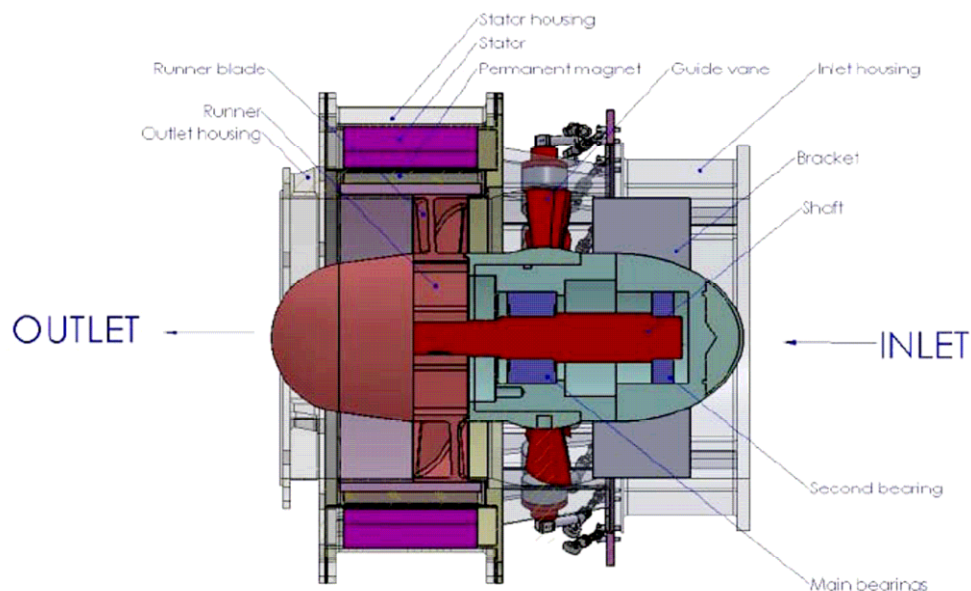


Jazy gumowe i rurociągi derywacyjne z tworzyw sztucznych zamiast tradycyjnych rozwiązań
- argumentacja na rzecz kreatywności (M. Grahl-Madsen, TURBINOVA/CEDI/PANHYDRO)

What possibilities can we read from standard model tests



Porównanie zakresów pracy turbin o przepływie osiowym, wykorzystujących regulację prędkości obrotowej oraz podwójną regulację ustawienia układów łopatkowych (M. Grahl-Madsen)



Hydrozespół rurowy o zmiennej prędkości obrotowej wg koncepcji firmy TURBINOVA (M. Grahl-Madsen)

W charakterze dobrego przykładu takiej kreatywności prof. M. Grahl-Madsen wymienił zastosowanie jazów gumowych nowej konstrukcji oraz stosowanie rurowych hydrozespołów o zmiennej prędkości obrotowej konstrukcji firmy TURBINOVA. Chociaż apel o kreatywne myślenie został dobrze przyjęty, to użyta argumentacja była przedmiotem licznych kontrowersji. Chodziło o zasadnicze sprawy dotyczące celowości budowy zapór i zadań przypisywanych poszczególnym elementom turbin wodnych, ale także o daleko idące uogólnienia na temat przerostu zatrudnienia w polskich elektrowniach wodnych.

Ostatnia sesja w dniu 10 września dotyczyła uwarunkowań środowiskowych małej energetyki wodnej. Stan prac badawczo-rozwojowych w tej dziedzinie podsumował prezes ESHA, prof. **Bernhard Pelikan**. Swoje wystąpienie rozpoczął od sformułowania następujących tez:

- Zmiany klimatyczne spowodowane emisją CO₂ są faktem;
- Najbardziej efektywną strategią przeciwdziałania temu zjawisku jest zwiększanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii
- W wielu regionach świata energetyka wodna jest podstawową technologią OZE;
- Każda gigawatogodzina energii elektrycznej wyprodukowanej ze źródeł odnawialnych oznacza redukcję emisji CO₂ o 480 ton;
- Świadomość społeczna w sprawach środowiskowych znacznie poprawiła się w ciągu ostatnich dziesięcioleci;
- Europejska Ramowa Dyrektywa Wodna jest najpóźniejszym aktem politycznym;
- Występują sprzeczności między Dyrektywą o Promocji Odnawialnych Źródeł Energii, a ramową Dyrektywą Wodną;
- Technicy i biolodzy opracowali wspólnie obszerny zestaw narzędzi do kompensacji i ograniczenia niekorzystnych oddziaływań energetyki wodnej na środowisko naturalne;
- Małą Energetykę Wodną można zintegrować z środowiskiem przyrodniczym.

Jako najbardziej aktualne zagadnienia badawczo-rozwojowe wymienił:

- metodykę wyznaczania przepływu nienaruszalnego;
- projektowanie przepławek dla ryb;
- usuwanie zanieczyszczeń osadzających się na kratkach;
- metodykę projektowania elektrowni wodnych;
- projektowanie i eksploatację obiektów wielozadaniowych;
- hałas i drgania maszyn i urządzeń w elektrowniach wodnych;
- projektowanie turbin przyjaznych dla ryb.

Omawiając metodykę wyznaczanie przepływu nienaruszalnego wskazał na duże zróżnicowanie wyników oceny w zależności od zastosowanego algorytmu. Omawiając zasady projektowania przepławek dla ryb, zwrócił uwagę na:

- założenia o przestrzennej i czasowej ciągłości cieków;
- wpływ, jaki na ciągłość cieków wywierają zapory, urządzenia derywacyjne, infrastruktura przeciw powodziowa i regulująca bieg rzeki.

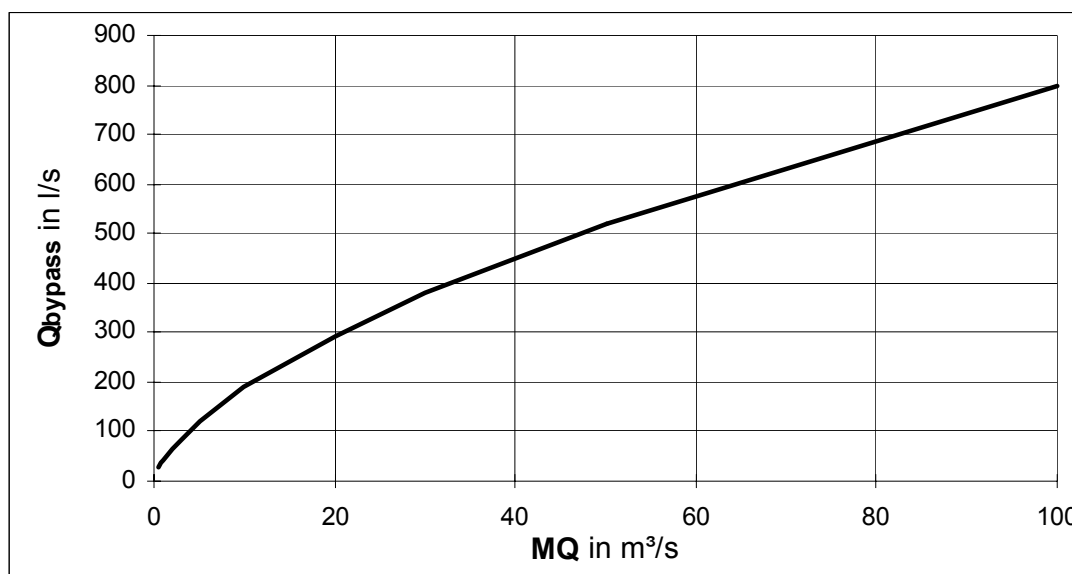


**Różne rozwiązania techniczne przepławek dla ryb
(B.Pelikan, Uniwersytet Zasobów Naturalnych w Wiedniu)**

Wskazał, że rozwiązania techniczne przepławek można podzielić na następujące grupy:

- przepławki drabinkowe (dzielące cały spad piętrzenia między niskie stopnie rozdzielające małymi zbiornikami i łatwe do pokonania przez ryby),
- przepławki obojętne (imitujące morfologię i hydraulikę małego potoku),
- podnośniki przepławkowe.

Wskazał też, że niezbędny przepływ przez przepawkę może wynosić od 1 do 6 % średniorocznego natężenia przepływu przez rzekę



Przepływ przez przepawkę może wynosić od 1 do 6 % średniorocznego natężenia przepływu przez rzekę (B.Pelikan, Uniwersytet Zasobów Naturalnych w Wiedniu)

Swoje wystąpienie prof. B.Pelikan zakończył następującymi stwierdzeniami:

- Rozważając wzajemne relacje między małą energetyką wodną, a środowiskiem naturalnym, należy zawsze pamiętać, że mała energetyka wodna produkuje energię elektryczną ze źródła odnawialnego;
- Sektor MEW dobrze opanował techniki ograniczania niekorzystnych oddziaływań na środowisko przyrodnicze;
- Specjaliści z zakresu ochrony środowiska przyrodniczego są zapraszani do ścisłej współpracy;
- Ekotechnologie są przedmiotem ciągłego rozwoju;
- Środowisko przyrodnicze i MEW są zdolne do współistnienia;
- Inicjatywy podejmowane na rzecz ochrony środowiska powinny uwzględniać potrzeby techniczne;
- Inżynierowie z zakresu MEW mają wciąż wiele do nauczenia się z zakresu ekologii.

Wystąpienie prof. B. Pelikana zakończyło obrady w dniu 10 września. Z uwagi na ograniczenia czasowe trzeba było zrezygnować z dyskusji plenarnej. Po obiedzie podanym w IMP PAN uczestnicy spotkania udali się na wycieczkę studyjną do wybranych elektrowni wodnych Kaskady Raduni.



Uczestnicy spotkania z uwagą słuchali kolejnych wystąpień. O lewej siedzą: prof.J.Mikielewicz (dyrektor IMP PAN), dr J.Steller (przewodniczący Komitetu Organizacyjnego), prof.B.Pelikan (Prezes ESHA), G. San Bruno (Sekretarz Generalny ESHA), dr N.Frosio (właściciel i dyrektor firmy Studio Frosio)



**Audytoryum IMP PAN podczas dyskusji po kolejnym wystąpieniu.
W drugim rzędzie od dołu siedzą (od prawej): prof. M.Grahl-Madsen (TURBINOVA/CEDI/PANHYDRO), U.Szulecka (TURBINOVA), dr E.Kwast (Ambasada Królestwa Norwegii) i F.Blaker (TURBINOVA).**



Uczestnicy Spotkania z uwagą wysłuchują wyjaśnień przed wizytą w EW Rutki.
Przodem do fotografa stoją od lewej: inż. J.Wasilewski, prof. T.Koronowicz, dr Z. Krzemianowski
(wszyscy IMP PAN), prof. B.Pelikan (Prezes ESHA), mgr inż. A.Henke (IMP PAN), G.San Bruno
(Sekretarz Generalny ESHA), inż. L.Stegner, inż. L.Strecha (obaj: ČBE Blansko)



Prezes ESHA, prof. Bernhard Pelikan, w EW Bielkowo



Popołudniowe impresje z Elektrowni Wodnej Straszyn



Po zejściu z zapory w Straszynie uczestnicy Spotkania udali się
na uroczystą kolację w hotelu „Cztery Pory Roku”
W pierwszym rzędzie od lewej: dr Arthur Williams i dr Nino Frosio.
W rzędzie drugim: prof. Bogdan Popa i Vincent Denis

W wyniku uzgodnień DOKONANYCH z prezesem ENERGA Elektrownie Straszyn Sp. z O.O., p. **Andrzejem Tersą**, Uczestnicy Spotkania mieli okazję odwiedzić trzy wytypowane elektrownie: EW Rutki, Bielkowo i Straszyn. Po Elektrowni Wodnej Bielkowo oprowadzał goście osobiście prezes A.Tersa, na terenie pozostałych elektrowni wyjaśnień udzielali przygotowani do tego dyżurni. W bezpośrednich rozmowach Uczestnicy Spotkania nie kryli swej satysfakcji z możliwości wizyty w historycznych już obiektach.

Wycieczka zakończyła się około godziny 18:30 przejściem Uczestników Spotkania z Elektrowni Wodnej Straszyn do Hotelu „Cztery Pory Roku”, gdzie odbyła się uroczysta kolacja kończąca pierwszy dzień Spotkania.

Dzień 2., 11 września 2009

Obrady w dniu 11 września rozpoczęły się od sesji poświęconej metodyce oceny własności eksploatacyjnych i stanu technicznego, a także remontom i modernizacjom w elektrowniach wodnych. Część dotyczącą wyposażenia mechanicznego poprowadził p. doc. **Adam Adamkowski** (IMP PAN), część dotyczącą infrastruktury hydrotechnicznej – dr **Nino Frosio** (Studio Frosio, Brescia, Włochy).



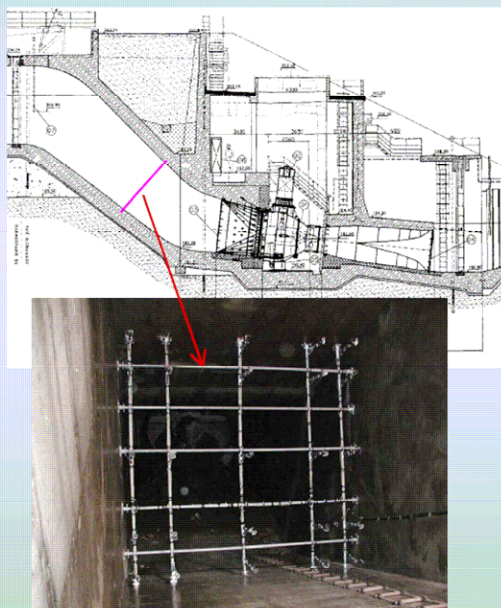
Doc. Adam Adamkowski podsumował doświadczenia dotyczące metodyki oceny własności eksploatacyjnych maszyn i urządzeń hydraulicznych

Doc. A.Adamkowski podzielił swoje wystąpienie na trzy części:

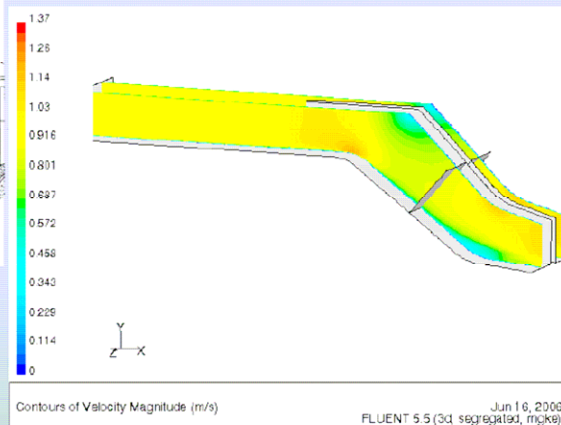
- Podstawowe metody badania sprawności w obiektach MEW;
- Pomiar i ocena stanu dynamicznego hydrozespołów;
- Wybrane zagadnienia oceny stanu technicznego i wytrzymałości elementów układów przepływowych turbin wodnych.

FLOW MEASUREMENT USING CURRENT METERS in SHORT PENSTOCK

Case: current meters used in hydrometric section
in short inlet structure of a tubular turbine



The results of CFD analysis were used
for setting the current meter angles



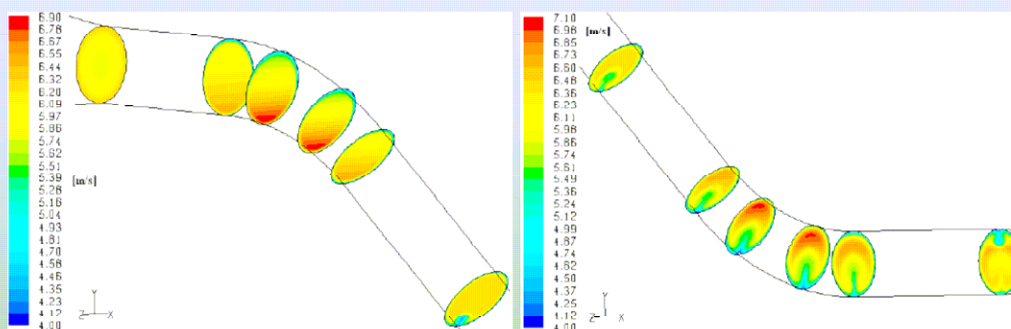
METHODOLOGY FOR THE PROBLEM SOLUTION

A special numerical procedure has been developed for evaluating the influence of a penstock elbow (or elbows) on change of the penstock geometry factor value, and, consequently, on discharge values determined using Gibson method.

The procedure, based on the *CFD* simulation, allows to calculate the equivalent value of *F* factor for a measuring penstock segment with an elbow (or elbows). This value can improve the discharge measurement results.

RESULTS OF *CFD* SIMULATION:

The velocity magnitude distribution in the penstock sub-cross-sections

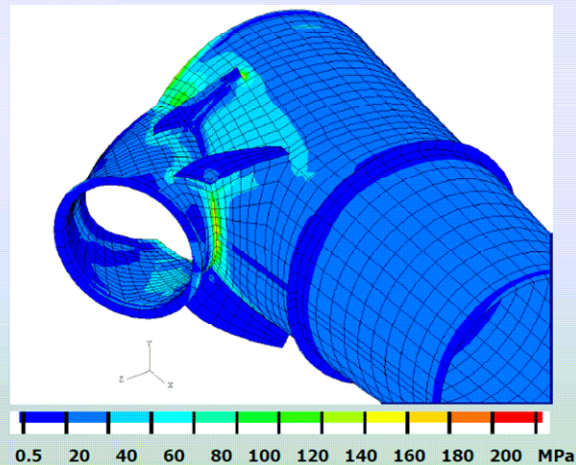


Przykłady wykorzystania trójwymiarowych metod CFD do rozszerzenia zakresu stosowalności niektórych metod pomiaru przepływu. U góry: obliczenia prowadzące do korekty ustawienia młynków hydrometrycznych w przekroju pomiarowym na wlocie turbiny niskospadowej. U dołu: obliczenia pozwalające na uwzględnienie kolana rurociągu przy pomiarze przepływu metodą Gibsona (doc. A.Adamkowski, IMP PAN)

Stress analysis

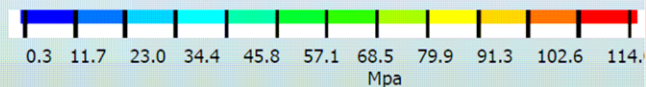
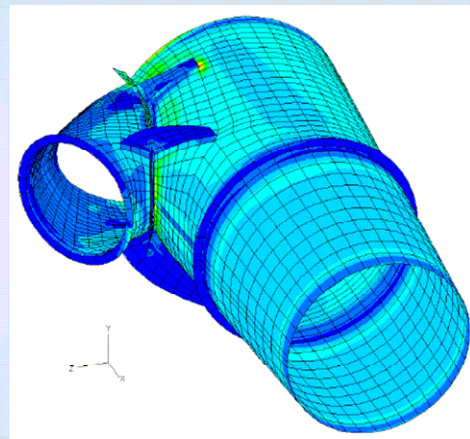
The modern methods for evaluating strength of mechanical components are based on the commercial codes using Finite Element Method (FEM). Usually they provide reliable numerical prediction results. Practically, they are often in use in hydropower plants to solve the problem of assessing and strengthening components with stress hot spots (crucial sites).

Example:
Strength analysis of
a penstock bifurcation in
a small hydropower plant.



Example of stress reduction

Use of a reinforcement collar has halved
the maximum stresses



Wyniki analizy naprężeń w rozgałęzieniu rurociągu doprowadzającego wodę do turbiny
przed i po wprowadzeniu elementu wzmacniającego
(Metoda Elementów Skończonych, doc. A.Adamkowski, IMP PAN)

Omawiając metodykę badań sprawnościowych w obiektach MEW doc. A.Adamkowski szczególną uwagę poświęcił kwestii pomiaru przepływu. Wskazał, że dokładność i zakres stosowalności podstawowych metod pomiarowych – metody młynkowej i metody wzrostu ciśnienia w czasie (Gibsona) - można zdecydowanie poprawić posługując się metodami numerycznej analizy przepływu (CFD). Wskazał, że dzięki dostępnemu dziś oprzyrządowaniu metoda wzrostu ciśnienia w czasie może być stosowana w rurociągach bez dostępu z zewnątrz. Zauważył, że metoda ultradźwiękowa wciąż oczekuje na pełne uznanie w środowisku specjalistów.

Omawiając metody pomiaru i oceny stanu dynamicznego hydrozespołów, wskazał na następujące procesy, będące przedmiotem typowych badań diagnostycznych:

- pulsacje ciśnienia w układzie przepływowym turbiny wodnej;
- drgania względne wału w łożyskach prowadzących hydrozespołów;
- drgania bezwzględne korpusów łożysk;
- drgania pokrywy turbiny;
- hałas w otoczeniu hydrozespołu.

Badania te zorientowane są zwykle na jeden lub kilka następujących celów:

- rutynowy nadzór eksploatacyjny;
- określenie okresu międzyremontowego;
- sprawdzenie dotrzymania gwarancji;
- Określenie przyczyn niepożądanych efektów dynamicznych.

Omawiając metody pomiarów wibrokustycznych doc. A.Adamkowski zwrócił szczególną uwagę na celowość jednoczesnej oceny zarówno drgań względnych wału, jak i drgań bezwzględnych korpusów łożysk prowadzących.

W części dotyczącej oceny stanu technicznego i wytrzymałości elementów układów przepływowych, doc. A.Adamkowski wymienił następujące metody badań nieniszczących:

- metody wizualne (VT);
- metodę penetrantów ciekłych (PT);
- metodę cząstek magnetycznych (MT);
- metody ultradźwiękowe (UT);
- metody radiograficzne (RT).

Odnosząc się do metod oceny naprężeń szczególną uwagę zwrócił na wykorzystanie metody elementów skończonych do modelowania pól naprężeń i projektowania elementów wzmacniających konstrukcję.

Wystąpienie doc. A.Adamkowskiego spotkało się z dużym zainteresowaniem i wywołało pytania oraz komentarze. Ustosunkowując się do pytania dra **Nino Frosio** o parametr preferowany przy ocenie drgań bezwzględnych korpusów łożysk, doc. A.Adamkowski opowiedział się za posługiwaniem się prędkością drgań. W odpowiedzi na pytanie o opinię o wykorzystaniu termodynamicznej metody pomiaru sprawności do pomiaru natężenia przepływu zauważył, że metoda ta może być stosowana w obiektach o wysokich spadach i nie jest przedmiotem zainteresowania Jego zespołu. To stwierdzenie skomentował prof. **Mads Grahl-Madsen** informując, że chociaż metoda ta jest zwykle rekomendowana dla spadów powyżej 100 m, to w Norwegii stosuje się ją także przy spadach niższych (np. 75 m).

Komentarz ten poprzedził wymianę opinii na temat zastosowań metody ultradźwiękowej do pomiarów przepływu. W dyskusji tej prof. M.Grahl-Madsen wskazywał na pozytywne

doświadczenia związane z wykorzystaniem tej metody w warunkach eksploatacyjnych, natomiast doc. A.Adamkowski wskazywał na ograniczoną wiedzę na jej temat i ograniczone uznanie. Do dyskusji tej włączył się dr N.Frosio, stwierdzając, że metoda ta została niedawno uwzględniona w normie IEC 62006 dotyczącej badań odbiorczych małych turbin wodnych. W tym kontekście zarówno doc. A.Adamowski, jak i dr N.Frosio podkreślili zalety metody Winter-Kennedy'go pod warunkiem jej uprzedniego wywzorcowania lub ograniczenia jej zastosowań do badań wskaźnikowych, natomiast prof. M.Grahl-Madsen podkreślał znaczenie dobrych badań modelowych.

Nawiązując do tematyki oceny stanu dynamicznego hydrozespołów prof. **Mads Grahl-Madsen** wyraził opinię, że jedną z najważniejszych przyczyn obserwowanych wibracji jest niewłaściwy montaż palisad łopatkowych, a zwłaszcza niezachowanie stałego odstępu między łopatkami wirników turbin. Wskazał także, że niedokładności montażowe, np. zbyt duże szczeliny czołowe kierownicy, mogą mieć istotny wpływ na sprawność turbiny. W dalszym ciągu podkreślał, że sprawdzenie dotrzymania wymagań technologicznych dotyczących kształtu i ustawienia łopatek powinno być traktowane, jako istotny element badań zmierzających do ustalenia przyczyn drgań. Włączając się do tej dyskusji, dr **Janusz Steller** zwrócił uwagę, że źródłem drgań w warunkach obciążeń częściowych jest z reguły wir niedociążeniowy spływający z piasty w głąb stożka rury ssącej. Przypomniał, że zawirowanie strugi cieczy w rurze ssącej w warunkach obciążeń częściowych wynika z zasady pracy turbiny wodnej, a obserwowane dziś często obniżenie dolnej granicy dopuszczalnego pasma obciążeń turbin Francisa wynika przede wszystkim z umiejętnego rozkładu tego zawirowania dzięki zastosowaniu współczesnych metod CFD. Nawiązując do tej wypowiedzi doc. A.Adamkowski zwrócił uwagę, że pulsacje te może istotnie wzmacniać rezonans z drganiami własnymi słupa cieczy w rurze ssącej. Prof. M. Grahl-Madsen nie polemizował z tymi wypowiedziami, lecz powtórzył ponownie, że nie powinno się dopuszczać do sytuacji, w której dobry projekt konstrukcyjny układu przepływowego jest psuty przez złą technologię.

W dalszym ciągu dyskusji prof. Mads Grahl-Madsen zwrócił uwagę na istotne znaczenie diagnostyki zjawiska kawitacji, powołując się na prace wykonywane w latach osiemdziesiątych w laboratorium East Kilbride w Szkocji. Chociaż, jak wspomniał doc. A.Adamkowski, kawitacji powinno się unikać już na etapie projektowania, stanowi ona nierzadko problem w starszych maszynach. Stwierdził też, że konieczność napowietrzania rury ssącej celem osłabienia szkodliwych skutków kawitacji, świadczy o złym projekcie konstrukcyjnym. Polemizując z tak daleko idącymi wnioskami, dr J.Steller, zwrócił uwagę, że w przypadku projektów modernizacyjnych konstruktor dysponuje często ograniczonym polem manewru przy daleko idących wymaganiach klienta. Jako przykład wymienił zmodernizowaną turbinę Francisa w EW Solina, w przypadku której klient zażądał możliwości pracy z nadzwyczaj niską mocą. Spełnienie wymagań klienta było niemożliwe bez wprowadzenia napowietrzania.

Dyskusję nad referatem doc. A.Adamkowskiego zakończył komentarz dra J.Stellera dotyczący doświadczeń własnych z testowania instalacji z przepływomierzami ultradźwiękowymi w Polsce. Z doświadczeń tych wynika, że deklaracje dostawcy – zwłaszcza w trudnych warunkach pomiarowych - bywają niekiedy nadmiernie optymistyczne i przy stosowaniu tej techniki należy zachować dużą ostrożność i krytycyzm.



**Dr Nino Frosio dzielił się bogatym doświadczeniem własnym i swojej firmy
w zakresie budownictwa hydrotechnicznego**

Drugą część sesji zajął znakomity wykład dra **Nino Frosio** na temat prac remontowych i modernizacyjnych dotyczących infrastruktury hydrotechnicznej małych elektrowni wodnych. Wykład był bogato ilustrowany przykładami niewłaściwego funkcjonowania i awarii obiektów hydrotechnicznych lub ich elementów ze wskazaniem sposobów usuwania przyczyn i skutków takiego stanu rzeczy.

Wystąpienie swoje rozpoczął dr N.Frosio od stwierdzenia, że budowle i instalacje hydrotechniczne reprezentują zwykle od 40 do 60 % kosztów inwestycyjnych elektrowni wodnej. W odróżnieniu od innych budowli energetycznych, budowle hydrotechniczne stanowią istotny element ciągu technologicznego służącego przetwarzaniu energii.

Budowle hydrotechniczne uważa się za najbardziej trwałe element każdej elektrowni wodnej. Świadczy o tym m.in. stopa utraty wartości fiskalnej majątku trwałego, która we Włoszech wynosi 1 % rocznie w przypadku obiektów hydrotechnicznych i 7 % rocznie w przypadku wyposażenia elektromechanicznego. Mimo to budowle i instalacje hydrotechniczne ulegają degradacji, a nawet awariom, co miewa zasadniczy wpływ na funkcjonowanie elektrowni.

Zdaniem dra N.Frosio, typowe przyczyny degradacji budowli hydrotechnicznych można podzielić na 3 niezupełnie rozłączne kategorie:

1. normalna degradacja wywołana procesami naturalnymi;
2. nienormalna degradacja wywołana procesami naturalnymi oraz poważnym błędem projektowym lub budowlanym - „grzechem pierwotnym” inwestycji
3. ciężka degradacja spowodowana „grzechem pierwotnym”

Posługując się tą kategoryzacją wskazał też na najważniejsze przyczyny degradacji (tabela 2).

Tabela 2. Typowe przyczyny degradacji infrastruktury hydrotechnicznej elektrowni wodnej (Nino Frosio)

L.p.	Element infrastruktury	Typowy problem	„Grzech pierworodny”	Zdarzenia normalne
1.	Zapory lub jazy	Osuwanie się podłoża; sufozja (przepływ wody podłożem); przecieki (przepływ wody przez korpus zapory) – utrata stabilności	Błędne rozpoznanie geologii w stadium projektowania/budowy; błędy projektowe; błędy budowlane (materiały złej jakości lub niewłaściwa	Degradacja ekranu odwodnego
2.	Ujęcia wody	Odkładanie się osadów	Błędny projekt hydrauliczny w zakresie dopasowania konstrukcji zapory do morfologii rzeki oraz urządzeń płuczających	Niewłaściwa eksploatacja (zbyt rzadko lub w zły sposób otwierane zamknięcia); wielkie powodzie
3.	Kanały i sztolnie derywacyjne	Odkładanie się piasku	Błędny projekt hydrauliczny ewentualnych osadników rumowiska	Niewłaściwa eksploatacja (zbyt rzadko lub w zły sposób otwierane zamknięcia); wielkie powodzie
4.	Kanały derywacyjne	Przecieki; utrata stabilności	Błędy projektowe lub – częściej – niewłaściwe materiały lub techniki umacniania brzegów oraz wykonywania drenażu	Niewłaściwa eksploatacja
5.	Sztolnie	Przecieki; utrata stabilności	Niewłaściwy projekt ze względu na lokalną geomorfolgię; niewłaściwe materiały lub technikę wykonania warstwy wierzchniej oraz drenażu	Niewłaściwa konserwacja warstwy szczelnej i drenażu
6.	Rurociągi derywacyjne	Osuwanie się ziemi: bezpośrednie uszkodzenia rurociągów; przemieszczenia fundamentów (dodatkowe naprężenia w rurociągach)	Niewłaściwy projekt ze względu na lokalną geomorfolgię; błędy podczas robót ziemnych (zwiększenie niestabilności zboczy)	Nadzwyczaj silne opady deszczu
7.	Rurociągi derywacyjne	Uderzenie hydrauliczne w starych rurociągach	Niezupełnie pewne zamknięcie awaryjne	Niedostateczny monitoring oraz utrzymanie zamknięć awaryjnych i rurociągu
8.	Budynek elektrowni	Wzajemne przemieszczanie się fundamentów hydrozespołów	Niewystarczające zabezpieczenia geotechniczne i/lub sztywność fundamentów hydrozespołów	Brak
9.	Budynek elektrowni	Podtapianie od strony wody dolnej	Niewłaściwy projekt elektrowni; zawodne pompy odwadniające	Wielkie powodzie
10.	Kanały odpływowe	Naturalne osuwanie się zbocza; osadzenie się osadów	Niewłaściwe pochylenie zboczy brzegów	Niewłaściwa konserwacja zboczy



Typowe problemy: osuwanie się fundamentów, sufozja oraz przecieki prowadzące do zagrożenia stabilności zapory (Nino Frosio)



Środki zaradcze: iniekcje zaprawy betonowej, poprawa drenażu (Nino Frosio)



**Wyżej: typowy problem - osadzanie się rumowiska.
Niżej: środki zaradcze polegające na zmianie konstrukcji urządzeń płuczących (Nino Frosio)**



Typowy problem: Skutki dodatniego i ujemnego uderzenia hydraulicznego (Nino Frosio)



Typowy problem: Osuwanie się gruntu pod rurociągiem derywacyjnym (Nino Frosio)



**Usuwanie przyczyn awarii rurociągów derywacyjnych
poprzez rekonstrukcję i zmniejszanie naprężeń lokalnych (Nino Frosio)**

Mówca wskazał, że operatorzy elektrowni zdają sobie sprawę z dramatycznej potrzeby modernizacji, gdy dochodzi do następujących zjawisk:

1. Produkcja obniża się bez związku ze spadkiem sprawności hydrozespołów;
2. Koszty utrzymania rosną dramatycznie w porównaniu z normalnym poziomem;
3. Rosną przecieki powodujące zagrożenie stabilności budowli;
4. Dochodzi do nienormalnych przemieszczeń elementów budowli;
5. Stwierdza się realne ryzyko zalania.

W konsekwencji tych obserwacji wprowadza się często nadzór obejmujący:

1. rutynowe kontrole topograficzne przemieszczeń elementów zapory/jazu;
2. stały monitoring i rejestrację przecieków;
3. konserwacje umocnień brzegów i naprawy popowodziowe;
4. rutynową konserwację kanałów i sztolni celem zapobieżenia degradacji poprzez wzrost chropowatości.

W końcowej części swojego wystąpienia dr N.Frosio zwrócił uwagę, że renowacja infrastruktury hydrotechnicznej elektrowni wodnej stwarza często dużą szansę poprawy jej osiągnięć wyrażonych poprzez moc znamionową i produkcję energii. W wielu przypadkach możliwe jest wówczas zwiększenie maksymalnego natężenia przepływu przez instalacje derywacyjne, zwiększenie spadku, a także podniesienie dyspozycyjności elektrowni i obniżenie kosztów eksploatacyjnych. Wyrażone w procentach przyrosty produkcji wyrażają się nierzadko liczbą dwucyfrową.

Na uwagę zasługuje fakt, że renowacja starych elektrowni pozwala także poprawić ich integrację z środowiskiem przyrodniczym zgodnie z obecnymi wymaganiami w tym zakresie – chodzi tu głównie o przepławki dla ryb, obniżenie hałasu, cechy wizualne zmniejszenie ryzyka zanieczyszczeń.

Stwierdzenia te dr N.Frosio zilustrował przykładem renowacji elektrowni Casnigo we Włoszech (moc 1,5 MW).

Wystąpienie dra Nino Frosio miało charakter wykładu i spotkało się z dużym zainteresowaniem. Z jego tezami trudno było jednak polemizować, w związku z czym zakończyło ono sesję poświęconą sprawom remontów i modernizacji.

Sesję poświęconą wyposażeniu elektromechanicznemu małych elektrowni wodnych zainicjował referat wprowadzający wygłoszony przez p. **Vincenta Denisa** (MHylab, Montcherand, Szwajcaria).

Swoje wystąpienie p. V.Denis rozpoczął od tezy, że warunkiem koniecznym trwałego rozwoju MEW jest:

- ustanowienie średnio- i długoterminowych mechanizmów wsparcia;
- silne wsparcie dla koordynowanych programów badawczo-rozwojowych.

W dalszym ciągu skonstatował następujące fakty:

- Dojrzały charakter „wielkiej energetyki wodnej“ przyczynił się do sformułowania fałszywej opinii o niewielkich możliwościach postępu technicznego i poprawy własności eksploatacyjnych instalacji hydroenergetycznych, skąd wynikają bardzo ograniczone potrzeby prac badawczo-rozwojowych;
- Dla optymalizacji wykorzystania zasobów wodnych przez małą energetykę wodną potrzebne są proste, niezawodne i efektywne materiały;



**Vincent Denis podkreślał celowość wspólnych działań
na rzecz intensyfikacji prac badawczo-rozwojowych dla MEW**

- Ze względu na nakłady inwestycyjne, wyposażenie małych elektrowni wodnych dostarczane jest głównie przez małe i średnie przedsiębiorstwa;
- Obserwuje się silną konkurencję wśród dostawców wyposażenia dla MEW, skąd wynika tendencja do samodzielnego podejmowania zadań i brak działań skoordynowanych;
- Obserwuje się brak wiedzy technicznej niektórych operatorów MEW oraz „nowicjuszy“.

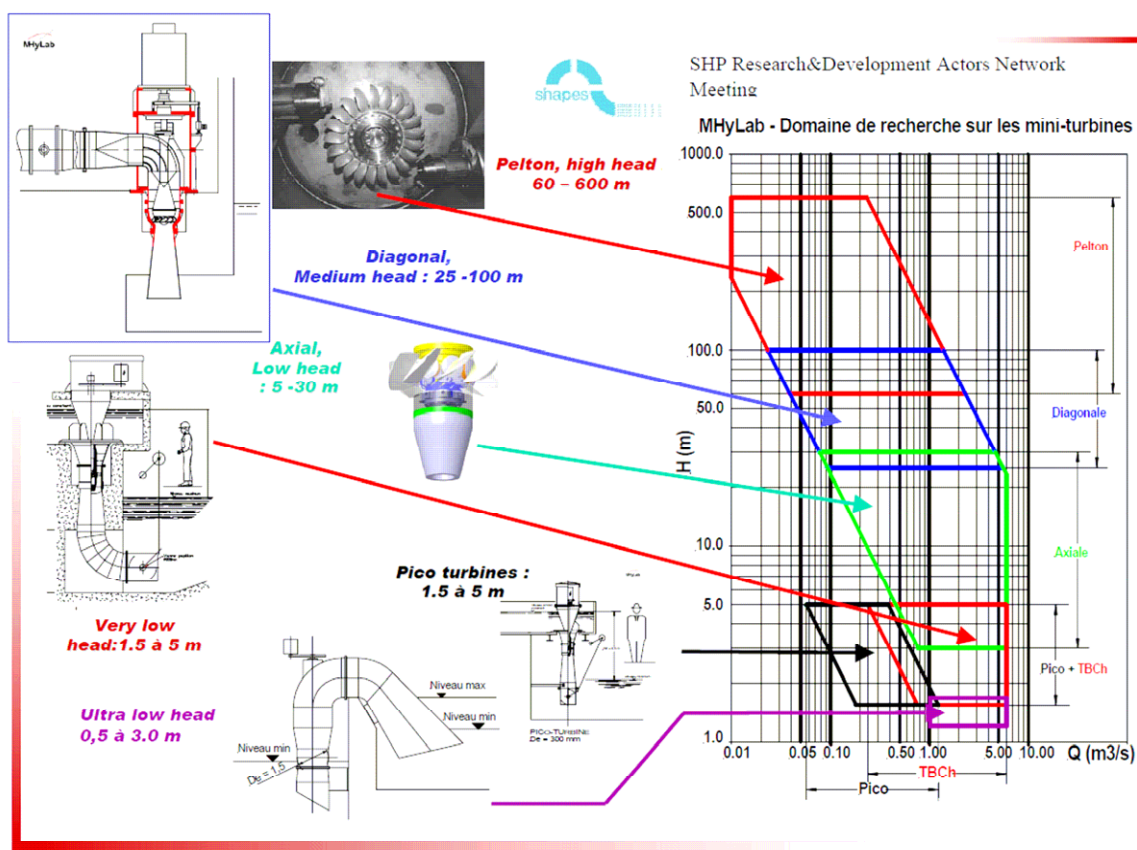
Wskazał, że na niezadowalający poziom techniczny MEW wpływają niektóre „mity”, dotyczące tego sektora, w tym:

1. przekonanie, że sprawność nie jest ważnym parametrem, sprawność 85 % zupełnie wystarcza w przypadku małej turbiny wodnej, a najważniejsza jest dostateczna ilość wody i tania turbin;
2. przekonanie, że kawitację należy traktować, jako zrzędzenie losu, któremu trudno przeciwdziałać.

Najważniejsze konsekwencje tych faktów i mitów określił następująco:

- Mała energetyka wodna nie jest traktowana równie poważnie, jak energetyka „wielka“;
- Mała energetyka wodna nie została uwzględniona w Piątym Programie Ramowym Unii Europejskiej wśród „Innych OZE“. Nie została uwzględniona również w Programie Szóstym.

- Większość artykułów konferencyjnych dotyczących małej energetyki wodnej ma charakter ogólny, na podstawie czego można sądzić, że brak jest prac badawczo-rozwojowych w tej dziedzinie;
- Rozważając integrację ze środowiskiem przyrodniczym, z reguły nie bierze się pod uwagę, że integracja ta oznacza optymalne wykorzystanie zasobów.



Turbiny wodne małej mocy w działalności badawczej Laboratorium Minihydrauliki MHyLab (Vincent Denis, MHyLab, Szwajcaria)

Zastanawiając się nad strategią, jaka powinna zostać przyjęta celem zintensyfikowania prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW, doszedł do wniosku, że powinna ona obejmować 3 główne kierunki:

1. Ustanowienie programów badawczo-rozwojowych (konkurencja i integracja z środowiskiem);
2. Wzmocnienie programów informacyjnych i szkoleniowych dla operatorów celem poprawy jakości w sektorze MEW;
3. Ustanowienie dobrej komunikacji między wykonawcami prac badawczo-rozwojowych na rzecz MEW, by wykazać, że mała energetyka wodna nie jest „staromodną i całkowicie rozpoznaną” technologią.

Jako cele prac badawczo-rozwojowych wymienił dwa wyzwania stojące przed sektorem:

1. Opracowanie i wdrożenie procedur zmierzających do silnego ograniczenia negatywnych oddziaływań MEW na środowisko;
2. Poprawę efektywności ekonomicznej MEW, szczególnie w obiektach niskospadowych poprzez innowacje o charakterze zarówno technicznym, jak i nietechnicznym.

Jako pierwszy krok w kierunku osiągnięcia tych celów wymienił projekt europejski Sieć Tematyczna MEW (*Thematic Network on Small Hydro Power*), realizowany w latach 2003 – 2006 przez skupione wokół ESHA konsorcjum złożone z ośrodków naukowych, niezależnych podmiotów badawczo-rozwojowych oraz przedsiębiorstw związanych z MEW. Efektem prac Sieci było między innymi opracowanie propozycji do Europejskiej Strategii Przedsięwzięć Badawczych, Rozwojowych i Demonstracyjnych (*Research, Development and Demonstration*) na Rzecz Pozyskiwania Energii Odnawialnej z Małej Energetyki Wodnej. Opracowany dokument jest dostępny na stronie internetowej ESHA www.esha.be, zaś główne jego tezy zostały włączone do prezentacji p. V.Denisa.

Najpoważniejszym efektem podjętych działań było włączenie tematyki MEW do Siódmego Programu Ramowego Unii Europejskiej. Wśród priorytetów tego programu wymienia się potrzebę:

- demonstracji innowacyjnych układów, elementów wyposażenia i procedur projektowych, które:
 - byłyby jednocześnie efektywne pod względem ekonomicznym i środowiskowym,
 - dawałyby się łatwo przystosować do warunków lokalnych.
- poprawy niezawodności i sprawności przy zachowaniu innych gwarantowanych własności eksploatacyjnych;
- innowacyjnych rozwiązań maksymalizujących produkcję energii z istniejących elektrowni.

W rzeczywistości tematyka MEW pojawiła się tylko w pierwszym konkursie ogłoszonym w roku 2007. Wśród przyczyn tego stanu rzeczy p. V.Denis wymienił:

- mały rezonans wezwania w porównaniu z innymi sektorami;
- małą liczbę partnerów związaną zwykle z projektami MEW;
- koncentrację projektów na ograniczonym zakresie zadań badawczych;
- unijne preferencje dla dużych projektów z dużymi budżetami i wieloma partnerami.

Ogólną część swojego wystąpienia mówca zakończył apelem o bardziej intensywne, bardziej efektywne, a przede wszystkim wspólne działania sektora MEW. Wskazał przy tym na projekt SHAPES, jako dobrą po temu okazję.

W części szczegółowej przedstawił niektóre ostatnie prace badawczo-rozwojowe Laboratorium Minihydrauliki *MHyLab* z Montcherand (Szwajcaria), zwłaszcza dotyczące unifikacji rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych dla MEW oraz turbiny diagonalnej z wirnikiem Deriaza, przewidzianej do pracy przy spadach od 25 do 100 m. Cechą wyróżniającą tę turbinę spośród wcześniejszych maszyn z wirnikiem Deriaza jest osiowy napływ na kierownicę.

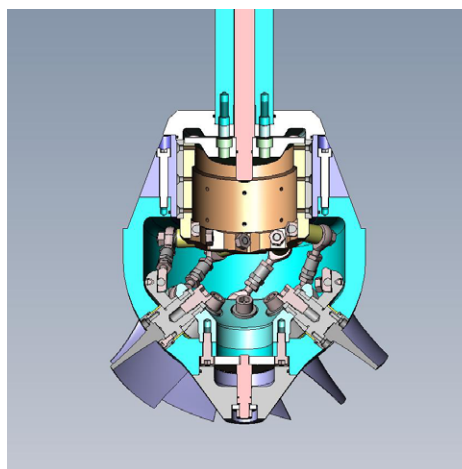
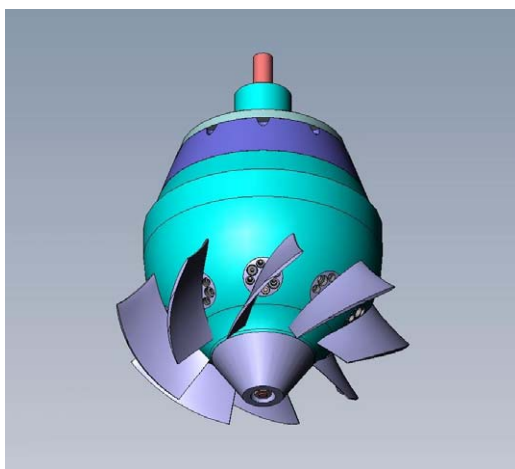
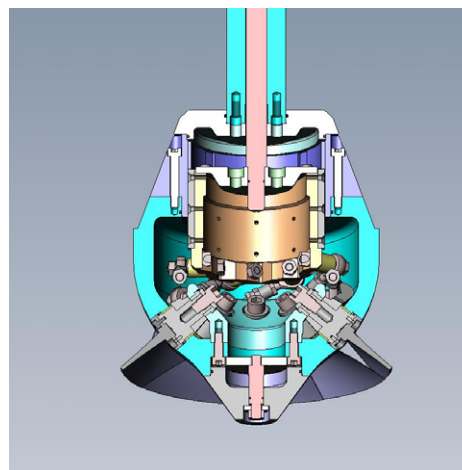
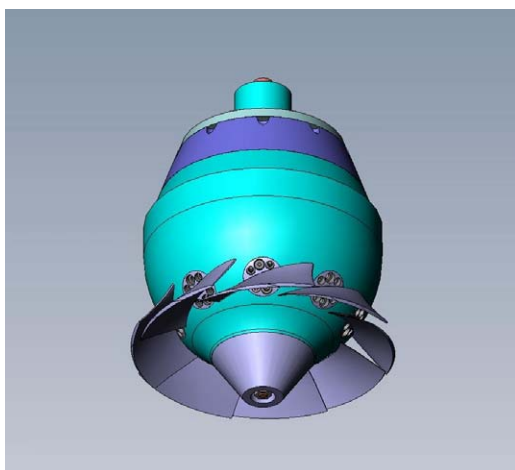
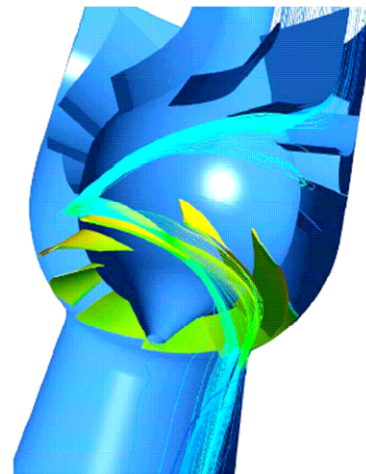
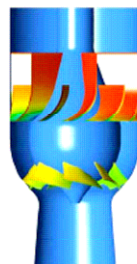
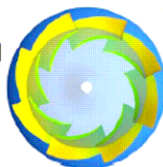
Całość wystąpienia zakończył stwierdzeniem, że prace badawczo-rozwojowe na rzecz MEW nie tylko wciąż są prowadzone, ale są też bardzo potrzebne dla sektora.

W krótkiej dyskusji po wystąpieniu p. Vincenta Denisa głos zabrali: dr **Nino Frosio** i prof. **Petras Punys**. Dr N.Frosio pogratulował udanej konstrukcji turbiny diagonalnej, która – w świetle jego doświadczeń zawodowych – dobrze trafia w aktualne potrzeby rynkowe. Na pytanie prof. P.Punysa o szanse przeżycia dla ryb, które trafiają do turbiny, p. V.Denis odpowiedział, że turbina jest przeznaczona do pracy przy spadach, przy których ryby mają nikłe szanse przeżycia już w rurociągu derywacyjnym.

CFD simulation of the MHyLab diagonal turbine

Optimisation of the design for :

- 5 wicket gates design
- 5 runner blades design



Turbina diagonalna z osiowym napływem na kierownicę wg koncepcji MHyLab
(Vincent Denis, MHyLab, Szwajcaria)

Zgodnie z programem Spotkania, w tej samej sesji przewidziano jeszcze trzy dodatkowe wystąpienia. Wystąpienie prof. **Madsa Grahl-Madsena** (TURBINOVA/CEDI/PAN-HYDRO, Norwegia/Polska) nosiło dość prowokacyjny tytuł „A century of turbine research without innovation?” (*Stulecie badań turbin bez innowacji?*). Autor dokonał przeglądu losu niektórych idei dotyczących projektowania oraz badań teoretycznych i eksperymentalnych turbin wodnych. Wersję pisemną swojego referatu zakończył dość kontrowersyjnym stwierdzeniem:

„Wykonano wiele dobrych i wartościowych badań, lecz elektrownie – włączając w to turbiny – wciąż wyglądają tak, jak 100 lat temu. Badania skoncentrowane były głównie na optymalizację istniejących rozwiązań, a nie na nowe, innowacyjne technologie.”

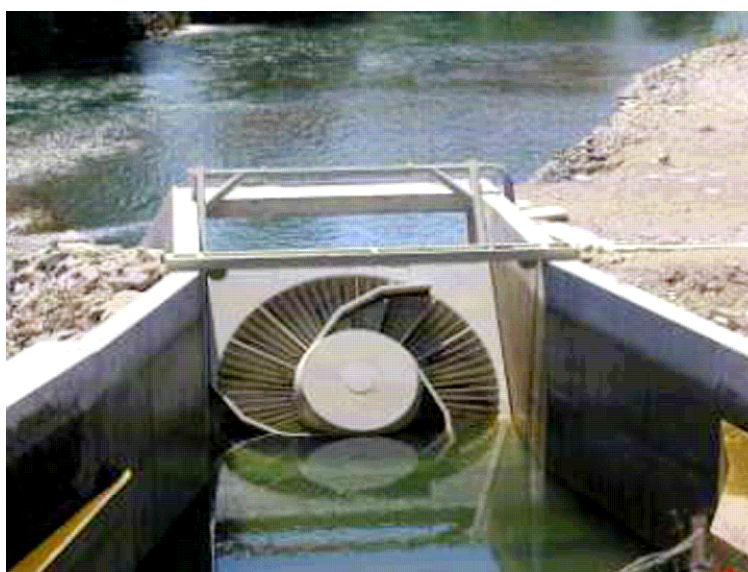
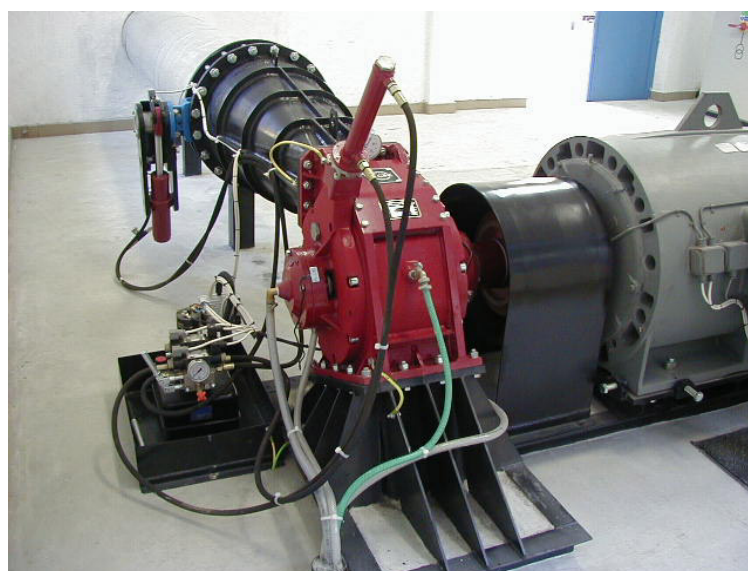
Krótkie wystąpienie dra **Janusza Stellera** (IMP PAN) oparte było o wyniki inwentaryzacji projektów badawczych dokonanej przez MHyLab we współpracy z innymi ośrodkami (w tym: IMP PAN) oraz własne studia literaturowe. Autor wskazał, że spośród 152 projektów zidentyfikowanych w bazie danych MHyLab, 67 dotyczy turbin wodnych i innych hydraulicznych maszyn energetycznych. Informacje o niektórych z nich przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Niektóre innowacyjne projekty badawczo-rozwojowe dotyczące wodnych maszyn energetycznych do wykorzystania w małej energetyce wodnej (wg bazy danych MHyLab)

Ośrodek badawczo-rozwojowy	Nazwa/Istota projektu
Aqua Libre Energieentwicklung GmbH	Wykorzystanie części energii kinetycznej wielkich rzek przez urządzenie "Strom-Boje"
Politechnika Brneńska, Instytut Energetyki, Zakład Maszyn Hydraulicznych im. V.Kaplana	Projekt wirnika śrubowego umożliwiającego konwersję energii bez stosowania kierownicy
Politechnika Brneńska, Instytut Energetyki, Zakład Maszyn Hydraulicznych im. V.Kaplana	Charakterystyki energetyczne i kavitacyjne turbin rurowych z wirnikiem dwu- i trójłopatkowym, wg projektu Katedry V.Kaplana
MJ2 Technologies Sarl	Budowa turbiny na ultraniskie spadły (< 2 m), www.vlh-turbine.com
LEGI G2eLab Ecole Polytechnique de Grenoble, EDF, Ademe	Harvest = Hydrolienne à axe de rotation vertical stabilisé = stabilizowana turbina wodna o osi pionowej,
RITZ-ASTRO	Wykorzystanie śruby Archimedes, jako maszyny wykorzystującej potencjał hydroenergetycznej
TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Wasserbau	Turbina na ciśnienie hydrostatyczne. Nowa maszyna hydrauliczna wykorzystująca różnicę ciśnień hydrostatycznych
TU Braunschweig	EXIST-SEED: dalszy rozwój techniki koła wodnego

Wśród dojrzałych konstrukcji, stanowiących wynik prac badawczo-rozwojowych prowadzonych na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat autor wymienił:

- hydrozespoły o zmiennej prędkości obrotowej (z generatorami na magnesy trwałe);
- hydrozespoły zatapialne;
- hydrozespoły z śrubą Archimedes;
- reakcyjne turbiny o przepływie poprzecznym (turbina Cinka);
- turbiny ultraniskospadowe VLHT (*Very Low Head Turbine*, J.Fonkenell).



Niektóre konstrukcje wodnych maszyn energetycznych dla MEW, które osiągnęły dojrzałość techniczną w ciągu ostatniego ćwierćwiecza: hydrozespół z śrubą Archimedesą, reakcyjna turbina o przepływie poprzecznym, hydrozespół ultraniskospadkowy (kompilacja: J.Steller, IMP PAN)

Wystąpienie dra **Arthura Williamsa** (Uniwersytet Nottingham, Wielka Brytania) dotyczyło zastosowania pomp w pracy turbinowej – zagadnienia, w którym dr A.Williams jest ekspertem od wielu lat. Na samym początku mówca zaznaczył, że zakres ekonomicznie uzasadnionych zastosowań pomp w ruchu turbinowym jest ograniczony do zupełnie małych instalacji. W wielu przypadkach w ruchu turbinowym osiąga się sprawności zbliżone do sprawności w ruchu pompowym, lecz sytuacja taka nie zawsze ma miejsce. Dotyczy to zwłaszcza maszyn, które niską sprawność wykazują już w ruchu pompowym. Generalnie, przewidywanie charakterystyki turbinowej jest dość trudne i wymaga często badań doświadczalnych. Dużą pomocą mogą się okazać obliczenia numeryczne, chociaż trzeba zwrócić uwagę na wysokie wymagania dotyczące odwzorowania geometrii i uwzględnienia przecieków. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że obliczenia numeryczne wskazują często na zbyt duży spadek niezbędny do osiągnięcia zadanego natężenia przepływu, pozwalają natomiast prawidłowo ocenić sprawność. Jako typowe zastosowania dr A.Williams wskazał odzysk energii w instalacjach wodociągowych i ciepłowniczych.

W dyskusji po wystąpieniu dra A.Williamsa prof. **M.Grahl Madsen** nawiązał do licznych badań z tej dziedziny prowadzonych w latach trzydziestych ubiegłego wieku. Dr A.Williams potwierdził znajomość wspomnianych prac, stwierdzając jednocześnie, że rozwijane wówczas metody przewidywania charakterystyk turbinowych okazują się dziś dość zawodne.

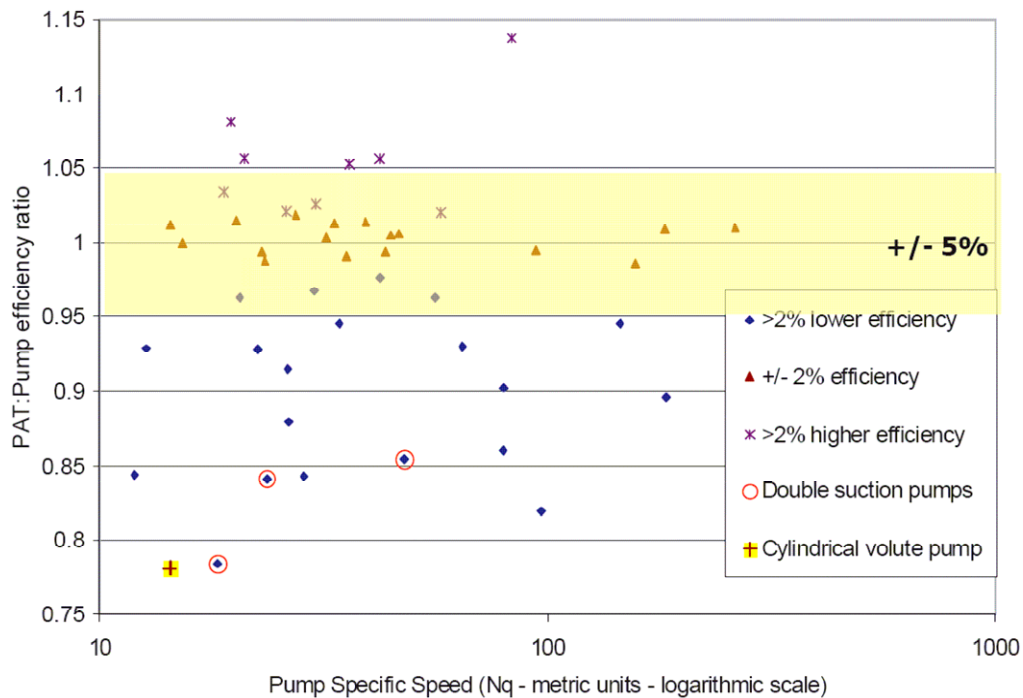
Dr **Arthur Williams** przedstawił również referat wprowadzający do ostatniej sesji, poświęconej wyposażeniu elektrycznemu oraz zagadnieniom nadzoru i sterowania w małych elektrowniach wodnych. W swoim wystąpieniu omówił rodzaje generatorów ze szczególnym uwzględnieniem zespołów prądotwórczych napędzanych ze zmiennej prędkością obrotową oraz zagadnienia związane z podłączeniem do sieci elektroenergetycznej. Poruszył również kwestię taryf.

Omawiając rodzaje generatorów zauważył, że w energetyce wodnej wciąż korzysta się w dużej mierze z generatorów synchronicznych, pracujących ze stałą prędkością obrotową. W połowie lat 90-tych podobna sytuacja dotyczyła również 80 % turbozespołów wiatrowych. Zwykle – z wyjątkiem mikroelektrowni – generatory synchroniczne podłącza się do linii o napięciu 11 i więcej kV. W tym kontekście mówca zwrócił uwagę na zalety nowych przekształtników mocy w generatorze w porównaniu z transformatorami. Alternatywnym rozwiązaniem są generatory asynchroniczne (indukcyjne), nadające się do pracy ze stałą oraz zmienną prędkością obrotową i wymagające wzbudzenia z sieci. Zwykle są one podłączane bezpośrednio do sieci. Z uwagi na cenę i niezawodność stosuje się je szczególnie często w przypadku małych hydrozespołów (< 50 kW).

W dalszej części swojej wypowiedzi dr A.Williams zwrócił uwagę na zalety układów o zmiennej prędkości obrotowej w przypadku pracy przy zmiennym spadzie. Wskazał na zalety i wady następujących rozwiązań:

1. generatory synchroniczne z magnesami trwałymi;
2. zespoły prądotwórcze napędzane ze zmienną prędkością obrotową, wyposażone w generator synchroniczny lub asynchroniczny oraz przetwornicę częstotliwości na wyjściu;
3. zespoły prądotwórcze napędzane ze zmienną prędkością obrotową, wyposażone w generator asynchroniczny z regulowanym wzbudzeniem, pochodzącym z układu regulacji mocy na wyjściu.

To ostatnie rozwiązanie jest dość często stosowane w energetyce wiatrowej, lecz zastosowania w energetyce wodnej nie są jeszcze znane autorowi.

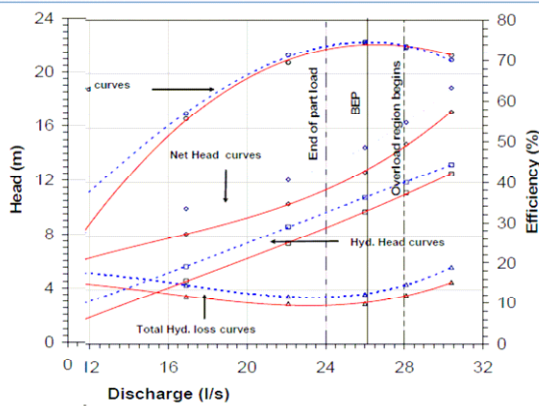


Stosunek maksymalnych sprawności pomp w ruchu pompowym i turbinowym
(A.Williams, Uniwersytet Nottingham)

Improving CFD for turbine performance prediction



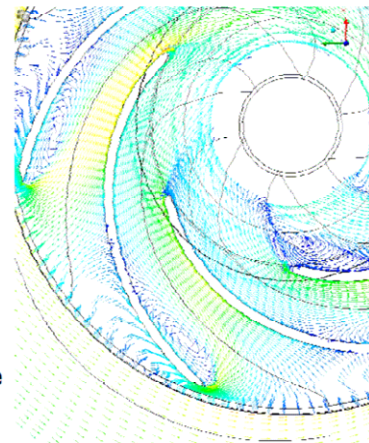
The University of Nottingham



— Experimental — CFD

CFD predicts correct flow and efficiency

As accurate as most of the published prediction methods



CFD could be further improved by :

modelling leakage effects

analysing trends in similar pumps

more accurate geometric modelling of draft-tube

Przewidywanie charakterystyk energetycznych pomp w ruchu turbinowym metodami CFD (A.Williams)

Applications in Water Industry



The University of
Nottingham

Blue-Water-Power

Energie aus Trink- und Abwasser



13 kW energy recovery unit in Switzerland.

Advantages quoted:

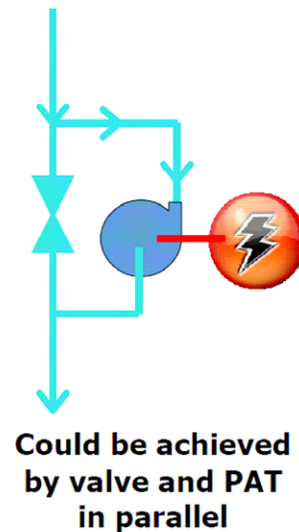
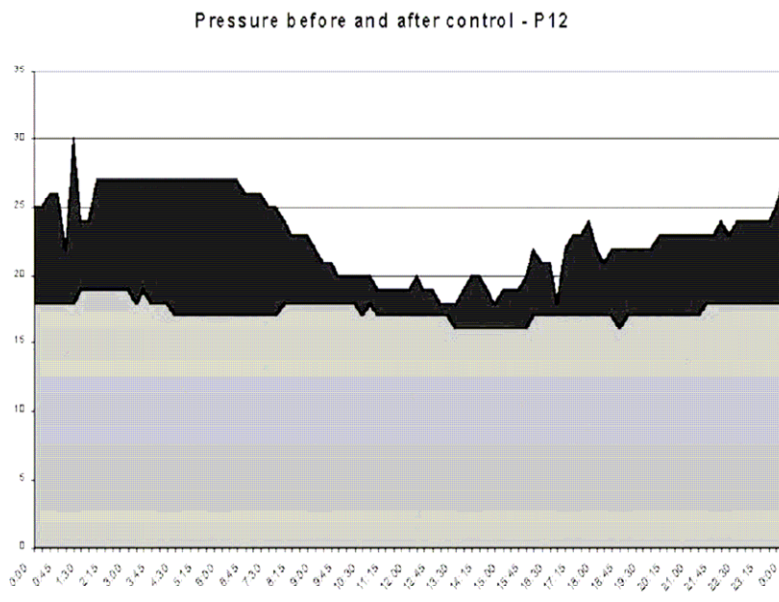
- Less surge than Pelton in case of loss of mains
- Easier maintenance and quicker delivery of parts

Applications in Water Industry



The University of
Nottingham

Significant Pressure Reduction Needed



Przykłady zastosowań pomp w ruchu turbinowym do odzysku energii w instalacjach wodociągowych (A.Williams)

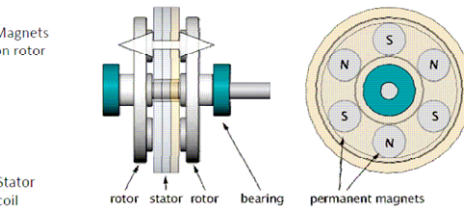
Permanent Magnet Generator (PMG)



- Permanent Magnets are still becoming cheaper
- Magnetization is provided by the permanent magnets on the rotor
- No need for slip rings or separate excitation.
- PMG is synchronous machine: frequency is proportional to shaft speed.
- Difficult to control generator field (fixed by strength of magnets)



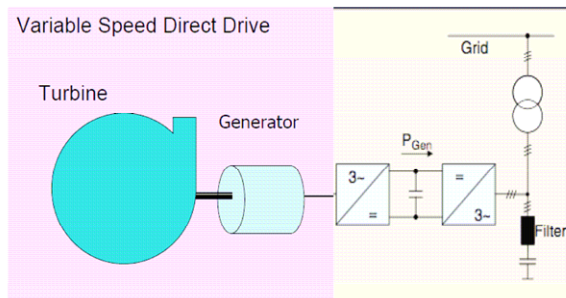
Radial PMG for micro-hydro



Axial-flux PMG – high power density

(D Howey, 2009)

Variable Speed with full Converter



Generator:

Asynchronous or Synchronous
(wound or PMG)

Converter:

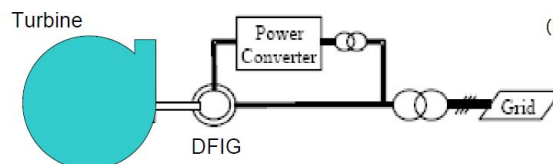
DC – link with variable frequency input,
fixed frequency output

Needs to be rated for full output power

Variable Speed – “Doubly-fed” IG.



- Wound rotor induction generator reduces the rating of power electronics.
- The rotor houses a set of windings similar to those on the stator.
- These windings are then connected to a Power Electronic controller via slip rings
- Can control the rotor currents, but the converter need only switch 30% of the total output power.



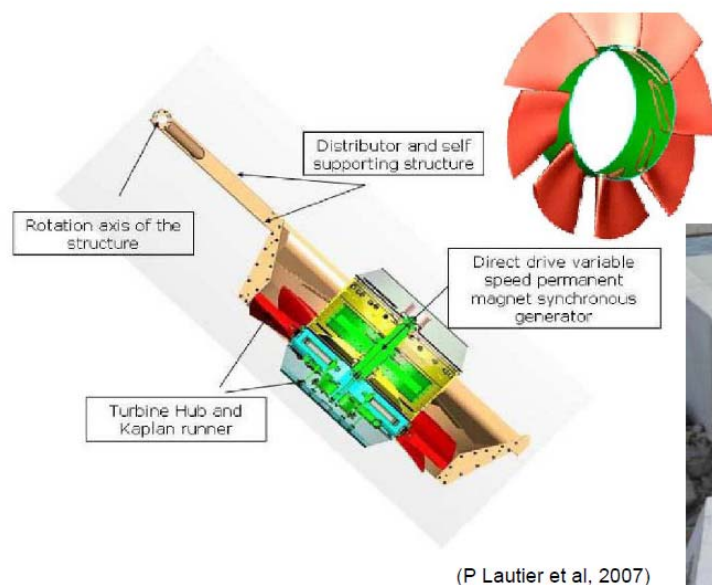
(L. H. Hansen, et al.)

< This allows up to $\pm 30\%$ variable speed, and accurate control of the output power factor.

Różne typy zespołów prądotwórczych o zmiennej prędkości obrotowej (A.Williams)

Example of PMG: VLH Turbine

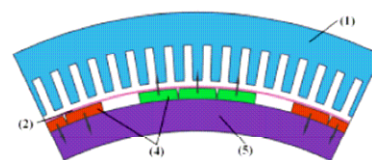
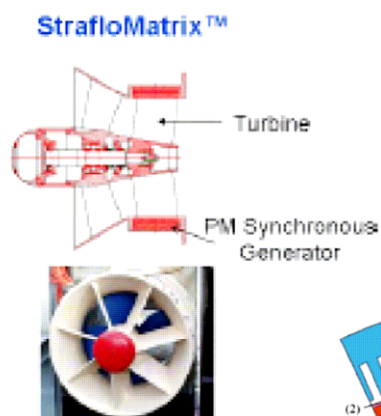
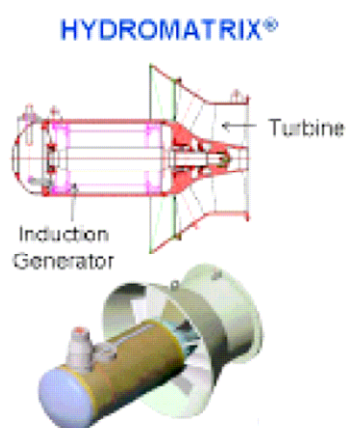
- PMG is synchronous machine: frequency is proportional to shaft speed.
- Variable speed is used to cope with varying head
(downstream depth variations are common at very low head sites)



Common DC bus designed to connect turbines in parallel



Variable Speed Application VATech Matrix Turbines



(1) Stator lamination; (2) Stainless steel cylinder; (3) Copper damper cylinder; (4) Segmented permanent magnets; (5) Massive rotor yoke.

(Cui, Binder, Schlemmer, 2007)

Przykłady zastosowań generatorów synchronicznych z magnesami trwałymi (A.Williams)

Omawiając generatory synchroniczne z magnesami trwałymi wskazał też na ich zastosowania w niektórych innowacyjnych rozwiązaniach hydrozespołów dla małej energetyki wodnej – w

tym w hydrozespołach VLHT oraz w hydrozespołach macierzowych koncernu *VATech Andritz*.

Omawiając sprawy związane z podłączeniem do sieci, dr A. Williams poruszył kwestie zabezpieczeń sieci przed skutkami awarii hydrozespołu uwidaczniającymi się poprzez zmniejszanie jego prędkości obrotowej. Układy te bywają często bardzo czułe. W przypadku hydrozespołów z śrubami Archimedes'a potrafią doprowadzić do nieuzasadnionego odstawienia awaryjnego i rozbiegu.

Wśród innych problemów związanych ze współpracą odnawialnych źródeł energii z siecią energoelektryczną wymienił możliwość utraty namagnesowania resztkowego w nazbyt wolno odstawianych generatorach asynchronicznych. Zwrócił też uwagę na liczne problemy związane z należytą regulacją częstotliwości, napięcia i mocy biernej oraz na bardzo surowe wymagania dotyczące podłączenia do sieci w Wielkiej Brytanii. W tym kontekście wskazał na pewne różnice w przepisach przyłączeniowych, obowiązujących w różnych krajach Unii Europejskiej.

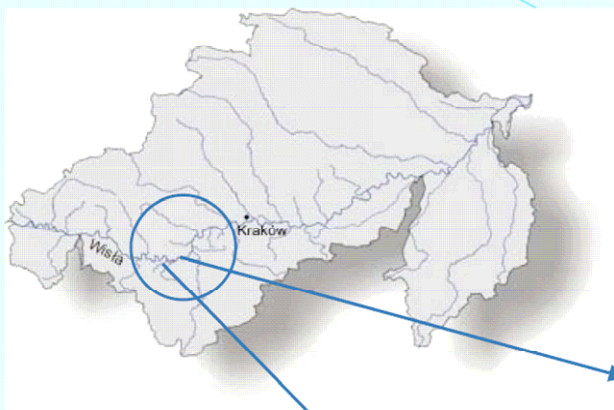
Ostatnią część wystąpienia poświęcił dr A. Williams systemowi taryf dla odnawialnych źródeł energii. Wspomniał o toczącej się w Wielkiej Brytanii debacie na temat obecnie funkcjonującego systemu taryf stopniowanych w zależności od rodzaju i mocy źródła odnawialnego. Wskazał na wady systemu, który w niektórych przypadkach może zniechęcać do zwiększania mocy zainstalowanej elektrowni.

Tę ostatnią kwestię poruszył w dyskusji p. **Vincent Denis** (*MHyLab*, Szwajcaria), informując, że podobne problemy występowały swego czasu również w jego kraju. Przytoczył przykład świadomej instalacji turbiny o mocy mniejszej niż wynikało to z potencjału hydroenergetycznego piętrzenia. Obecnie sytuacja uległa zmianie – podwyższono limit mocy objętej systemem, a same taryfy uzależniono nie tylko od mocy, ale również od spadu i udziału budowli hydrotechnicznej w nakładach inwestycyjnych na elektrownię. Dr **Nino Frosio** (*Studio Frosio*, Włochy) poinformował, że w jego kraju w roku 1999 wprowadzono dobrze funkcjonujący degresywny system taryf dotowanych, wykorzystujący zależności logarytmiczne.

Nawiązując do wcześniejszej części wystąpienia dra A. Williamsa, dr N. Frosio wyraził zdziwienie możliwością bezpośredniego przyłączenia generatora do sieci. Wyraził przy tym obawy o bezpieczeństwo generatora w przypadku awarii sieci. W rezultacie wywiązała się dyskusja na temat transformatora sieciowego, jako elementu zabezpieczającego generator, zwłaszcza w świetle jego indukcyjności.

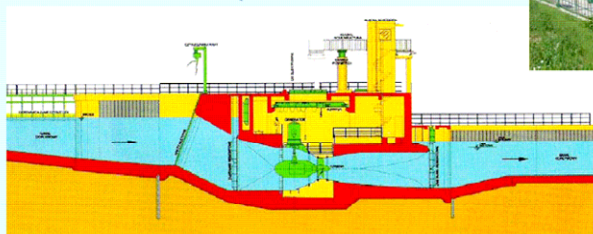
Ostatni referat wygłoszony podczas sesji oraz całego Spotkania przygotował zespół autorski w składzie mgr inż. **Dariusz Downar**, mgr inż. **Krzysztof Jaśkowiak**, mgr inż. **Józef Muczyński** (Instytut Energetyki Oddział Gdańsk). Celem referatu było przedstawienie możliwości, jakie stwarza współczesna technika w zakresie nadzoru i sterowania małymi elektrowniami wodnymi. Kwestię tę omówiono na przykładzie niedawno uruchomionej Elektrowni Wodnej Smolice. Jest to niskospadowa elektrownia wybudowana przy pochodzącym z lat pięćdziesiątych stopniu wodnym na Górnej Wiśle. Elektrownia jest wyposażona w dwa hydrozespoły rurowe o mocy 542 kW, pochodzące z dostawy firmy *Mavel* (Republika Czeska). Ruch elektrowni prowadzony jest w sposób bezobsługowy. Nadzór operatorski prowadzony jest z odległej o ponad 100 km Elektrowni Wodnej Niedzica. Dozór miejscowy ogranicza się do okresowych wizyt na obiekcie i wykonywania w tym czasie niezbędnych czynności eksploatacyjnych.

Smolice Hydro Power Plant

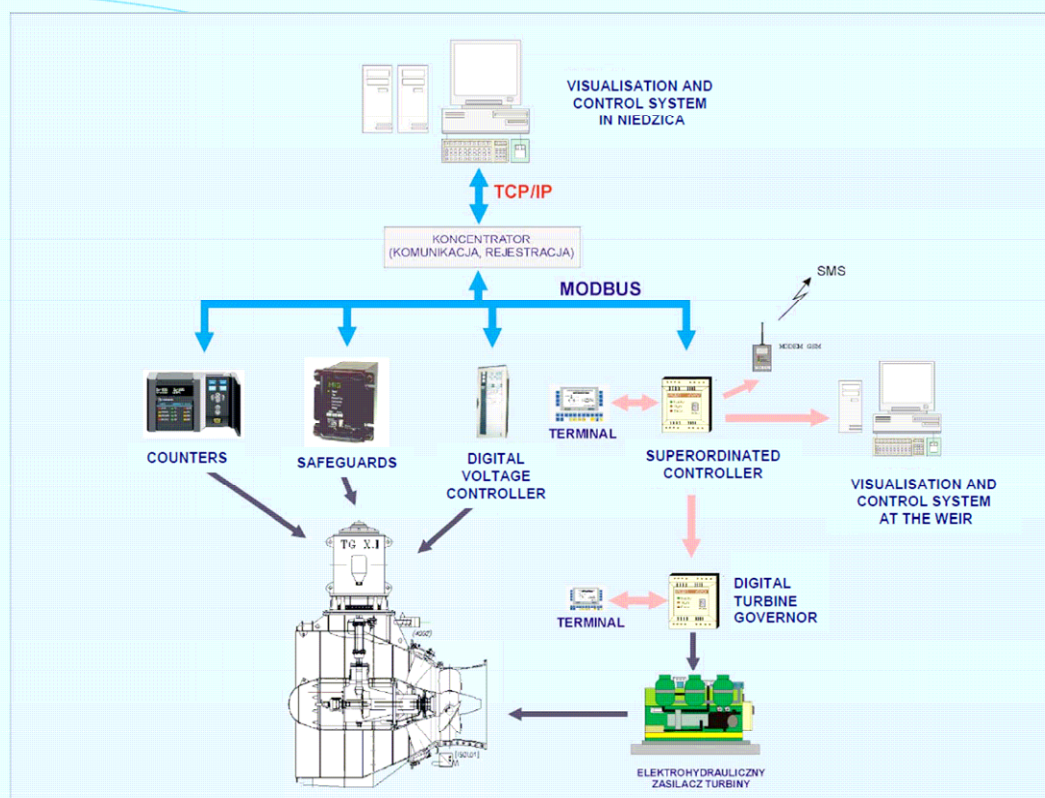


EW Smolice

Total power.....	2 x 542 kW
Average head.....	2,65 m
Flow rate.....	56 m ³ /s
Turbine type.....	tubular (Kaplan)
Speed.....	144 rpm



EW SMOLICE



Schematic of inter-device connections

Wybrane informacje o układzie nadzoru i sterowania MEW Smolice
D.Downar, K.Jaśkowiak, J. Muczyński (Instytut Energetyki Oddział Gdańsk)

Wykorzystanie cyfrowych układów sterujących w powiązaniu z systemami wizualizacji SCADA pozwoliło na:

- kompleksową automatyzację pracy elektrowni i minimalizację działań obsługi w procesie nadzoru i sterowania obiektem,
- swobodną akwizycję danych pomiarowych oraz łatwy dostęp do nich, co z kolei pozwala na bieżąco analizować i wpływać na pracę obiektu,
- swobodę programowania i dostosowywania do nowych funkcji i zadań w przyszłości.

Bardziej szczegółowe informacje na ten temat znaleźć można w artykule w języku polskim, dołączonym do materiałów ze Spotkania.

Referat przedstawicieli Instytutu Energetyki zakończył ostatnią sesję Spotkania. Podsumowując obrady dr **Janusz Steller** stwierdził, że w sektorze MEW obserwuje się ciągły postęp techniczny i kreatywność innowacyjną. Poinformował również o materiałach Spotkania, które zostały przygotowane w formie elektronicznej i zachęcił do zgłaszania swoich wystąpień w formie pisemnej. Zgłoszone materiały zostaną opublikowane w formie elektronicznej, a być może także drukowanej.

Jako ostatnia głos zabrała ponownie p. **Aline Choulot** (*MHyLab*, Szwajcaria), która stwierdziła, że obraz innowacyjności sektora MEW wcale nie wygląda tak pesymistycznie, jak by to mogło wyglądać z jej wcześniejszego wystąpienia. Wypowiedź ta spotkała się z dużym uznaniem wszystkich zebranych.

Uwagi końcowe i wnioski

Mimo, że Organizatorom udało się zebrać, tylko ograniczone grono przedstawicieli ośrodków badawczo-rozwojowych działających na rzecz małej energetyki wodnej, to zdaniem autora niniejszego raportu, przedstawione referaty przeglądowe i zarejestrowana dyskusja dają dość dobry, choć z pewnością niepełny, obraz aktualnego stanu rzeczy. Pozwalają też wyłowić obserwowane trendy i pomóc w sformułowaniu wniosków dotyczących pożądanych kierunków dalszych wysiłków.

Materiały, w tym niniejsze sprawozdanie lub jego część merytoryczna, zostaną ogłoszone na stronie internetowej Spotkania, a być może i projektu ESHA. Organizatorzy mają nadzieję, że w ten sposób uda się kontynuować dyskusję programową, do której doszło w Gdańsku

*Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
Spotkania Sieci Wykonawców Prac Badawczo-Rozwojowych
na Rzecz Małej Energetyki Wodnej*



dr Janusz Steller

Gdańsk, 14 października 2009