

**Działalność**  
**Instytutu Maszyn Przepływowych**  
**im. Roberta Szewalskiego PAN**  
**w roku 2008**

*Activity*  
*of the Szewalski Institute of Fluid Flow Machinery*  
*of the Polish Academy of Sciences*  
*in 2008*

Instytut obejmuje swą działalnością naukową badania w dziedzinie podstaw funkcjonowania, projektowania, budowy i rozwoju maszyn i urządzeń służących do konwersji energii w przepływach. W swojej działalności merytorycznej Instytut łączy badania podstawowe z badaniami stosowanymi w gospodarce, w szczególności w przemyśle maszynowym i energetyce. Podejmowana tematyka badawcza wynika z rozeznania światowego stanu badań, potrzeb przemysłu oraz możliwości realizacji zadań w placówce.

**Kierownictwo Instytutu**

Dyrektor

prof. dr hab. inż. J. Mikielewicz,  
czł. koresp. PAN,

Z-ca Dyr. ds. Naukowych

prof. dr hab. inż. J. Kiciński.

**Rada Naukowa**

Przewodniczący

prof. dr hab. inż. T. Chmielniak,  
czł. koresp. PAN,

*Scientific activity of the Institute encompasses investigations into the principles of operation, design, construction and development of equipment for energy conversion in flows. In its primary activity, the Institute combines fundamental investigations with applied applications, particularly in the area of machine construction and power engineering. Research activities carried out at the Institute stem primarily from the current trends in science and possibilities of their in-house realisation.*

**Institute Directorship**

*Director*

*Professor J. Mikielewicz, PhD, DSc,  
Associate Member of the PAS,*

*Deputy Director for Scientific Issues*

*Professor J. Kiciński, PhD, DSc.*

**Institute Scientific Board**

*Chairman*

*Professor T. Chmielniak, PhD, DSc,  
Associate Member of the PAS,*

**Wiceprzewodniczący**

prof. dr hab. inż. E.S. Burka,  
prof. dr hab. inż. Cz. Cempel,  
czł. koresp. PAN,  
prof. dr hab. inż. P. Doerffer.

**Vice-Chairmen**

*Professor E.S. Burka, PhD, DSc,  
Professor Cz. Cempel, PhD, DSc,  
Associate Member of the PAS,  
Professor P. Doerffer, PhD, DSc.*

**1. Kierunki badań naukowych**

Badania naukowe, nakierowane na rozwój urządzeń służących do konwersji energii w przepływach, prowadzone są w ramach czterech ośrodków:

- Ośrodek Mechaniki Cieczy (O1),
- Ośrodek Termomechaniki Płynów (O2),
- Ośrodek Techniki Plazmowej i Laserowej (O3),
- Ośrodek Mechaniki Maszyn (O4).

W Ośrodkach reprezentowane są następujące specjalności naukowe: mechanika płynów (w tym hydraulika i kawitacja), fizyka plazmy, technika laserowa i jej zastosowania, mechanika ciała stałego, mechanika maszyn i konstrukcji, transport ciepła przy zmianach fazowych oraz w strugach i filmach, modelowanie przepływów wielofazowych, przepływy transoniczne z silnymi oddziaływaniami, eksploatacja i diagnostyka cieplno-przepływowa turbin parowych.

**2. Stan kadry oraz dorobek naukowy i techniczny**

Instytut posiada uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego w dziedzinie mechaniki oraz budowy i eksploatacji maszyn. Instytut osiągnął najwyższą kategorię wg klasyfikacji MNiSW

**1. Directions of research activities**

*Research activities, focused on the development of machinery for energy conversion in flows, are conducted in the frame of the following four Centers:*

- *Centre for Mechanics of Liquid (O1),*
- *Centre for Thermomechanics of Fluids (O2),*
- *Centre for Plasma and Laser Engineering (O3),*
- *Centre for Mechanics of Machines (O4).*

*In the above Centers the following scientific disciplines are represented: fluid mechanics (including hydraulics and cavitation), plasma physics, laser engineering with applications, solid and machine mechanics, transport of heat during phase changes, particularly in jets and films, modeling of multiphase flows, transonic flows with strong interactions, operation and thermal-hydraulic diagnostics of steam turbines.*

**2. Scientific staff and its scientific and technical achievements**

*The Institute has the authority to award the degrees of Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc, habilitation) in the area of mechanics as well as machine construction and operation. The Institute has also been*

i najwyższą ocenę Wydziału IV PAN, uzyskał również certyfikat jakości ISO 9001 w zakresie projektowania, badań naukowych i analiz technicznych, a także projektowania i wytwarzania nietypowych przyrządów pomiarowych oraz Natowski Kod Podmiotu Gospodarki Narodowej (NCAGE: 0409H). Akredytację ISO posiadają następujące stanowiska badawcze:

1. Laboratorium transoniczne,
2. Poddźwiękowy tunel aerodynamiczny,
3. Laboratorium techniki cieplnej,
4. Stanowisko do pomiarów oporów cieplnych zanieczyszczeń,
5. Stanowisko do badań wymiany ciepła w procesie skraplania pary na poziomej rurze.

## 2.1. Średnioroczne zatrudnienie

ogółem	147 pracowników (135 etaty),
w tym	87 prac. nauk. (76 etatów),
wśród nich	12 prof., (1 członek koresp. PAN) 15 doc. i dr. hab., 28 adiunktów i dr., 32 asystentów.

## 2.2. Przyznane tytuły i stopnie naukowe w roku 2008

- doktora hab.: 4  
(J. Głuch, P. Lampart, B. Gireń, A. Cenian);
- doktora: 4  
(M. Szymaniak, M. Lemański, V. Konopińska, T. Wacławczyk).

*awarded the Quality Assurance certificate ISO 9001 in the area of design, research and technical expertise, as well as design and construction of unique measurement devices. It has received also the NATO code of governmental economy (NCAGE: 0409H). The ISO accreditation has been approved to the following research facilities:*

1. *Transonic laboratory,*
2. *Subsonic aerodynamical tunnel,*
3. *Heat technology laboratory,*
4. *Rig for measurements of thermal resistance of fouling,*
5. *Rig for heat transfer research in vapor condensation on a horizontal tube.*

## 2.1. Average employment

<i>total</i>	147 employees (135 full time posts)
<i>including</i>	87 scientific staff, (76 full time posts)
<i>amongst them</i>	12 prof., (1 Assoc. Mem. of the PASci) 15 research fellows with DSc degree, 28 research fellows, 32 research assoc.

## 2.2. Awarded titles and scientific degrees in 2007

- *Doctor of Philosophy: 4*  
(*J. Głuch, P. Lampart, B. Gireń, A. Cenian*).
- *Doctor of Philosophy: 4*  
(*M. Szymaniak, M. Lemański, V. Konopińska, T. Wacławczyk*).

**2.3. Statystyka osiągnięć naukowych i technicznych**

Publikacje	250,
w tym:	
autorstwo monografii i podręczników (lub ich części)	15,
redakcja monografii i podręczników (lub ich części)	2,
artykuły w czasopismach naukowych ogółem	86,
w tym w czasopismach z „listy filadelfijskiej”	35,
referaty	147,
ponadto:	
opracowania wewn. i zewn.	392.

**2.4. Zasoby biblioteczne**

książki	21796,
czasopisma i wydawn. ciągłe	8344.

**2.5. Syntetyczne omówienie działalności naukowej**

W Instytucie prowadzone są badania statutowe w ramach środków przyznanych z budżetu państwa na działalność placówki. Instytut był także koordynatorem sieci naukowej pn. „Nowe ekologiczne i bezpieczne technologie w wytwarzaniu i konwersji energii” EKO-ENERGIA, złożonej z ośmiu instytutów. Głównym celem sieci było uruchomienie i wspólne prowadzenie nowoczesnych i priorytetowych dla kraju prac badawczych w szeroko rozumianym kompleksie ekologiczno-energetycznym. Wspólną inicjatywą Instytutu Maszyn Przepływowych, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Politechniki Gdańskiej i Politechniki Ko-

**2.3. Statistics of scientific and technical achievements**

<i>Publications</i>	250,
<i>including</i>	
<i>books, monographs, text books (or parts of thereof)</i>	15,
<i>editing of monographs and textbooks (or parts of thereof)</i>	2,
<i>scientific papers including papers in int. journals (acknowledge in Journal Citation Reports)</i>	86,
<i>conference papers</i>	147,
<i>additionally</i>	
<i>internal and external reports</i>	392.

**2.4 Library resources**

<i>books</i>	21 796 titles,
<i>journals</i>	8 344 titles.

**2.5 Concise description of scientific activity**

*At the Institute carried out are the statute activities on the basis of resources awarded by the State budget to cover the day-to-day operation of the Institute. The Institute was also a coordinator of a scientific network named "New ecological and safe technologies in energy production and conversion" EKO-ENERGIA, consisting of eight institutes. The principal objective of the network was mutual commencement and accomplishing of modern and priority research activities in a widely comprehended ecological and power engineering framework. A common initiative of the Institute of Fluid-Flow Machinery, University of Warmia and Mazury, Gdansk University of Technology, Koszalin University of Technology*

szalińskiej oraz Marszałków i Samorządów Województwa Pomorskiego i Warmińsko-Mazurskiego, a także podmiotów gospodarczych i stowarzyszeń mających siedzibę w tych województwach jest Bałtycki Klaster Ekoenergetyczny (BKEE). Jego celem było wdrożenie idei kogeneracji rozproszonej, tj. jednoczesnego wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej w małej i średniej skali w oparciu o odnawialne źródła energii, zwłaszcza biomasę, a także energię wodną, słoneczną i wiatrową, poprzez tworzenie kompleksów agroenergetycznych oraz małych i średnich siłowni kogeneracyjnych. W ramach współpracy regionalnej 34 krajów nadbałtyckich Instytut współuczestniczy w projekcie pn. „Bioenergy Promotion”. W skład konsorcjum projektu wchodzi regionalne/lokalne samorządy, organizacje naukowe, agencje rozwoju OZE, jak również eksperci w dziedzinie leśnictwa i rolnictwa. Stymulacja rozwoju regionu Morza Bałtyckiego w zakresie racjonalnego/zrównoważonego użytkowania bioenergii, prowadząca do wzrostu wykorzystania bioenergii, jest podstawowym celem projektu.

Podstawowe dla działalności Instytutu badania statutowe, realizowane w ramach 4 ośrodków naukowych, omówiono poniżej.

**Ośrodek Mechaniki Ciecży** Problematyka prowadzonych prac związana jest z badaniami zjawisk zachodzących w przepływach cieczy i przepływach wielofazowych, a także z szeroko rozumianymi zagadnieniami aplikacyjnymi

*and Marshalls and Local Authorities of Pomeranian and Warmia and Mazury Regions, as well as local enterprises and societies present in those regions is the Baltic Eco-energy Cluster (BKEE). Its objective is to promote the idea of dispersed cogeneration, i.e. simultaneous production of thermal and electrical energy in a small and medium scale, basing on renewable sources of energy, particularly biomass, but also hydropower and small and medium cogenerative units. In the frame of regional cooperation of 34 Baltic states the Institute participates in a project titled "Bioenergy promotion". The project consortium consists of regional/local authorities, scientific organizations, energy agencies promoting RES as well as experts in the area of forestry and agriculture. Stimulation of development of the Baltic sea region in the area of rational/sustainable bioenergy use, leading to the increase of bioenergy utilization, is the fundamental project objective.*

*Basic statute activities of the Institute currently underway in the frame of 4 scientific centres are discussed below.*

#### **Centre for Mechanics of Liquids**

*The scope of works carried out is related to investigations of phenomena occurring in liquid flows and multiphase flows, as well as widely comprehended application issues in the area of design and experimental and numerical analysis of liquid motion in flow systems of hydraulic machinery. Works have been conducted in the frame of 2 groups of*

w zakresie projektowania oraz eksperymentalnej i numerycznej analizy ruchu cieczy w układach przepływowych maszyn hydraulicznych. Prace badawcze prowadzono w dwóch grupach tematycznych. W grupie pierwszej obejmującej zagadnienia podstaw działania, projektowania, diagnostyki oraz eksploatacji maszyn i urządzeń hydraulicznych realizowane zadania dotyczyły: rozwijania i doskonalenia numerycznych metod analizy i projektowania (głównie metodami wirowymi) układów przepływowych wodnych turbin śmigłowych, turbin wiatrowych z dyszą oraz pomp wirowych; ulepszenia matematycznego opisu procesów niustalonych w hydraulicznych układach przepływowych z uwzględnieniem wpływu tarcia na przewidywania przebiegu zjawiska uderzenia hydraulicznego; podwyższania odporności kawitacyjnej materiałów konstrukcyjnych; badań własności ochronnych wielowarstwowych powłok nanokrystalicznych w celu określenia ich wpływu na odporność kawitacyjną; rozwijania modeli procesów erozji kawitacyjnej i hydroabrazyjnej. Doskonalono techniki badawcze i pomiarowe, m.in. rozbudowano stanowiska laboratoryjne, a także rozwijano metodykę pomiaru natężenia przepływu w wielkogabarytowych urządzeniach hydroenergetycznych. W drugiej grupie tematycznej, obejmującej zagadnienia modelowania numerycznego przepływów dla proekologicznej konwersji energii, prace miały charakter teoretyczno-numeryczny i dotyczyły przepływów turbulentnych

*topics. In the first group, encompassing issues of operation, design, diagnostics and exploitation of machinery and hydraulic devices, the topics underway were related to: development and enhancement of numerical methods for the analysis and design (mainly using the vortex methods) of flow systems in water turbines of propeller type, wind turbines with nozzles and rotating pumps; mathematical enhancement of description of transients in hydraulic flow systems with account of friction on the course of the water hammer effect; increase of cavitation resistance of construction materials; investigations of protective properties of multilayer nano-crystallic shells in order to determine their influence of cavitation resistance; development of the models of cavitation and hydro-abrasive erosion. Modified were research and measurement techniques, amongst the others enhanced were the capabilities of laboratory facilities as well as developed was methodology of mass flow rate measurements in large scale hydropower devices. In the second group of topics, encompassing issues of numerical modeling of flows for pro-ecological energy conversion, the activities were of theoretical and numerical character and regarded turbulent single and two-phase flows with a disperse phase, flows past blading systems and flows in porous media. The Large Eddy Simulation (LES) method was applied to model turbulent two-phase flows with a disperse phase in combination with the Lagrange approach to model the motion of the*

jedno- i dwufazowych z fazą dyspersyjną, opływów układów łopatkowych oraz przepływów w ośrodkach porowatych. Do modelowania turbulentnych przepływów dwufazowych z fazą dyspersyjną zastosowano metodę dużych wirów (LES) w połączeniu z podejściem Lagrange'owskim do ruchu fazy dyspersyjnej. Z kolei przepływy wielofazowe z powierzchnią rozdziału faz modelowano metodą VOF ze schematami o wysokiej rozdzielczości do rekonstrukcji powierzchni rozdziału. Zaproponowano metodykę tworzenia domknięć, opartą na metodach RANS oraz LES z zastosowaniem filtrowanej funkcji gęstości. W celu optymalizacji procesu koksowania węgla modelowano numerycznie zjawiska cieplno-przepływowe w ośrodkach porowatych, stosując do opisu zachodzących procesów hiperboliczne równanie transportu ciepła z członem relaksacyjnym. Wspólną cechą zagadnień z tej grupy było zastosowanie i rozwój własnych algorytmów obliczeniowych, uzupełnianych o kody komercyjne. Wyróżnioną pracą zostały badania wpływu osadzania nanostrukturalnych powłok na odporność kawitacyjną stali austenitycznej X6CrNiTi18-10 (zespół dra J. Stellera). Należy podkreślić ciągle doskonalenie technik pomiaru natężenia przepływu w urządzeniach hydrotechnicznych i hydroenergetycznych. Uwagę zwraca bardzo dobra współpraca Ośrodka z gospodarką w dziedzinie energetyki wodnej oraz rozwijanie zaawansowanych metod numerycznych. W roku sprawozdawczym

*disperse phase. On the other hand the multiphase flows with a phase separation surface were modeled using the VOF method incorporating high resolution schemes for reconstruction of the phase separation surface. Proposed has been the methodology of development of closures based on the RANS and LES methods with application of filtered density functions. In order to optimize the process of coke production numerically modeled were the thermal-hydraulic problems in porous media utilizing the hyperbolic equation of heat transport with a relaxation term. A common feature of the problems from that area was application and development of in-house calculation algorithms, supplemented with a commercial software. The acknowledged work was investigation into the influence of nano-structural shells coating on the cavitation resistance of austenitic steel X6CrNiTi18-10 (group led by Dr J. Steller). A continuous development of techniques of flow rate measurements in hydro technical and hydropower devices must be also stressed. A good cooperation with industry concentrates attention as well as development of advanced numerical methods. In the reporting year the DSc degree was awarded to B. Gireń, whereas the PhD degree was conveyed to Mr. T. Waclawczyk.*

stopień doktora habilitowanego nadano B. Gireniowi i stopień doktora T. Waclawczykowi.

**Ośrodek Termomechaniki Płynów** Prace badawcze prowadzono w 3 grupach tematycznych. Realizowano 7 zadań badawczych, które dotyczyły: zagadnień aeromechaniki, eksploatacji i diagnostyki cieplno-przepływowej turbin parowych; przepływów pod- i nadźwiękowych z silnymi oddziaływaniami; modelowania procesów proekologicznego spalania w urządzeniach energetycznych; transportu energii i spalania w przepływie z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii; projektowania i budowy mikrośilowni na czynniki organiczne; obiegów skojarzonych lewobieźnych oraz prawobieźnych z wykorzystaniem ekologicznych czynników roboczych; zastosowania procesów elektrohydrodynamicznych oraz nanotechnologii w zagadnieniach cieplno-przepływowych energetyki. Należy podkreślić prace badawcze związane z projektowaniem i budową prototypowej kogeneracyjnej mikrośilowni parowej zasilanej biomasą, dla której wykonano analizę czynników roboczych i parametrów pracy obiegu Rankine’a na czynnik niskowrzący oraz analizę warunków pracy obiegu z wykorzystaniem naturalnej cyrkulacji czynnika spowodowanej termicznym gradientem gęstości. W związku z badaniami kondensacji pary wodnej z mieszaniny parowo-powietrznej w kondensatorach turbin parowych opracowano model teoretyczny opisujący kondensację na rurce rzeczywistego

**Centre for Thermomechanics of Fluids** Works have been conducted in the frame of 3 thematic groups. Realised were 7 research topics regarding the problems of aeromechanics, operation and thermal-hydraulic diagnostics of steam turbines, subsonic and supersonic flows with strong interactions, modeling of proecological combustion in power engineering devices, energy transport and combustion utilising renewable energy sources, design and construction of a micro heat and power plant with ecological working fluids as working substances, application of electrohydrodynamical processes and nanotechnology in thermal-hydraulic problems of power engineering. There ought to be stressed research activities related to design and development of a prototype of the micro heat and power vapour unit supplied with biomass, for which analysis has been conducted of a number of working fluids and operation parameters to work with the Rankine cycle with low-boiling point fluid as well as analysis of operation conditions due to application of natural circulation resulting from the thermal density gradient. As a result of research into condensation of steam from air-steam mixture in steam turbines condensers developed has been a theoretical model of condensation on a tube of a real condenser, which enabled development of a more efficient way of evacuating air from the steam turbine condensers. Carried out were experimental and theoretical investigations of motion and heat transfer in single and two-phase flows focused on



skraplacza, który umożliwił opracowanie najbardziej skutecznego sposobu ewakuacji powietrza ze skraplaczy turbin parowych. Przeprowadzono eksperymentalne i teoretyczne badania ruchu i wymiany ciepła w procesach jedno- i dwufazowych nakierowane na potrzeby energetyki niskotemperaturowej, których celem była poprawa sprawności obiegów lewo bieżnych, modelowanie procesu wymiany ciepła przy skraplaniu oraz poprawa charakterystyk ciepło przepływowych. Intensywnie rozwijano metody numeryczne i algorytmy stosowane w projektowaniu oraz diagnostyce ciepło-przepływowej turbin parowych. Symulacje aerodynamiki układów łopatkowych turbin ujawniły główne źródła strat przepływu oraz możliwości podniesienia sprawności stopni turbinowych poprzez modyfikacje geometryczne kanałów łopatkowych, przy czym szczególną uwagę zwrócono na niesymetrię obwodową w przepływie przez układy łopatkowe. Badano także oddziaływanie struktur wirowych w wirniku stopnia turbinowego w różnych warunkach przepływu. Równolegle rozwijano techniki numeryczne wykorzystujące metody sztucznych sieci neuronowych umożliwiające rozpoznawanie miejsca i stopnia degradacji turbozespołów energetycznych na podstawie bieżących pomiarów ich parametrów pracy. Prace dotyczące przepływów ściśliwych z silnymi oddziaływaniami oraz zjawisk zachodzących w warstwie przyściennej obejmowały m.in. badania mechanizmów generowa-

*the needs of low-temperature power engineering with the aim to improve the efficiency of anti-clockwise operated cycles, modeling of heat transfer during condensation and improving of thermal-hydraulic characteristics. Intense works were devoted to development of numerical methods and algorithms used in design and thermal-hydraulic diagnostics of steam turbines. Simulations of aerodynamics of blading systems of turbines revealed major sources of flow leakages and possibilities of increase of efficiencies of turbine stages through geometrical modification of blade channels, where particular attention was focused on the circumferential asymmetry in the flow through the blade systems. Investigated were also interactions of vortex structures in the rotor of the turbine stage under different flow conditions. In parallel developed were numerical approaches utilizing artificial neural network enabling recognition of location and degree of degradation of power engineering turbosets on the basis of on-line measurements of operational parameters. The works regarding compressible flows with strong interactions as well as phenomena occurring in the boundary layer encompassed amongst the others investigations into mechanisms of generation of longitudinal vortices by the influence of a skewed jet of longitudinal vortices generators on the separation on the sub-pressure part of a turbine blade; investigations of non-stationary effects in separation induced by a shock wave; experimental and numerical investigations of transpi-*

nia wirów wzdłużnych przez skośny strumień wpływu generatorów wirów wzdłużnych na oderwanie po stronie podciśnieniowej łopatki turbinowej; badania niestacjonarnych efektów w oderwaniu wywołanych falą uderzeniową; badania eksperymentalne i numeryczne przepływu transpiracyjnego przez perforowane ścianki. Badano również wpływ gradientu ciśnienia na wymianę pędu i ciepła podczas niestacjonarnego opływu grzanej płyty, a także wpływ skali turbulencji na przejście laminarno-turbulentne typu *by-pass* w aerotermicznej warstwie przyściennej. Rezultaty wykonanych prac to m.in. określenie warunków oderwania na łopatkach turbinowej z otworami chłodzącymi i z generatorami wirów oraz modyfikacja prawa ścianki w podwarstwie lepkiej w rejonie oddziaływania śladu sphywowego. W ramach prac dotyczących proekologicznego spalania w urządzeniach energetycznych rozwijano narzędzia numeryczne przydatne w modelowaniu zjawisk towarzyszących zrównoważonym technologiom energetycznym. Szczególną uwagę zwrócono na procesy spalania i proekologiczną konwersję energii chemicznej paliwa oraz na towarzyszące temu zjawiska, skupiając się na budowaniu modeli matematycznych zjawisk związanych z przepływami turbulentnymi mieszanin reagujących w warunkach złożonego transportu ciepła i masy. Na uwagę zasługuje analiza wykorzystania gazu syntezowego, powstającego z gazyfikacji węgla brunatnego, jako paliwa dla wy-

*ration flow through perforated walls. Investigated also was the influence of a pressure gradient on momentum and heat transfer during non-stationary flow past a heated plate as well as the influence of turbulence scale on laminar-turbulent transition of bypass type in aerothermal boundary layer. The results of accomplished works are, amongst the others, determination of separation conditions on a turbine blade and modification of the law of the wall in a laminar sublayer in the region of interaction of the wake. In the frame of works on proecological combustion in energy conversion devices developed have been numerical tools useful in modeling of phenomena accompanying sustainable energy conversion technologies. A particular attention was focused on the processes of combustion and proecological conversion of chemical energy of fuel as well as accompanying phenomena concentrating attention on the development of mathematical models of phenomena related to turbulent flows of reacting mixtures under condition of complex heat and mass transport. Attention ought to be paid to the analysis of the syngas produced in the process of gasification of lignite as a potential fuel for high temperature fuel cell. The activities concentrated around widely understood problems of energy conversion are focused on design of energy conversion processes relying on physical and chemical processes of biomass conversion, first of all of power boilers and gasification reactors of small power. Analysed was, amongst the*

sokotemperaturowego ogniwa paliwowego. Prace koncentrujące się wokół szeroko pojętej problematyki konwersji energii nakierowane są na projektowanie urządzeń energetycznych opartych na procesach fizykochemicznych przetwarzania biomasy, przede wszystkim kotłów energetycznych i reaktorów zgazowujących małej mocy. Przeanalizowano m.in. proces współpalania węgla i biomasy w kotle przemysłowym, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów środowiskowych i eksploatacyjnych. Inne prace, zwracające uwagę, to kontynuacja badań wykorzystania zjawisk i procesów elektrohydrodynamicznych w nanotechnologii poprzez opracowywanie nowych metod i technik wytwarzania nanostruktur. Przeprowadzono badania eksperymentalne wytwarzania submikronowych cząstek srebra przy wytwarzaniu warstwy hydrofobowej metodą elektrohydrodynamicznego rozpylania zawiesiny tlenku tytanu. Podjęto również próby wytworzenia warstwy hydrofobowej na bazie koloidalnej zawiesiny cząstek  $\text{TiO}_2$  pokrywającej podłoże szklane. Podkreślić należy bardzo wysoki poziom merytoryczny wykonywanych prac, a także zaangażowanie Ośrodka we współpracę z instytucjami przemysłowymi i współpracę międzynarodową w realizacji projektów europejskich. Wyróżnioną pracą są badania mechanizmów generacji strat przepływowych w układach łopatkowych turbin osiowych (zespół prof. A. Gardzilewicz). W roku sprawozdawczym stopień doktora habilito-

*others, the process of coal and biomass co-firing in industrial boilers, with particular account of environmental and operational aspects. Other activities focusing attention are the continuation of investigations of utilizing electrohydrodynamical phenomena and processes in nanotechnology by elaboration of new methods and technologies of nanostructures production. Carried out were experimental investigations of production of sub-micron silver particles in production of hydrophobic layer by means of electrohydrodynamical method of spraying of titan oxide suspension. Undertaken were also attempts to produce the hydrophobic layer on a basis of colloidal suspension of  $\text{TiO}_2$  particles covering the glass base. A very high quality of the above works must be stressed as well as a commitment of the Centre to cooperation with industry and international contacts. The acknowledged work were investigations into mechanisms of generation of flow losses in blading systems of axial turbines (group led by A. Gardzilewicz). In the reporting year the DSc degree was awarded to J. Głuch and P. Lampart, whereas the PhD degree was awarded to Mr. M. Lemański and M. Szymaniak.*

wanego nadano J. Głuchowi i P. Lampartowi oraz stopień doktora M. Lemańskiemu i M. Szymaniakowi.

### **Ośrodek Techniki Plazmowej i Laserowej**

Realizowano 2 tematy badawcze obejmujące wytwarzanie, badanie właściwości i praktyczne zastosowania ośrodków zjonizowanych i promieniowania laserowego do celów technicznych i ekologicznych. W ramach pierwszego tematu, dotyczącego zastosowań techniki plazmowej i laserowej, prowadzono prace związane z badaniami i doskonaleniem mikrofalowych źródeł plazmy oraz diagnostyką i modelowaniem plazmy. Rozbudowano i zmodernizowano bazę eksperymentalną dla potrzeb badań i użytkowania mikrofalowych generatorów plazmy. Opracowano zmodyfikowaną wersję urządzenia do plazmowej obróbki gazów w przepływie wirowym o dużych natężeniach, które wykorzystano do produkcji wodoru w procesie plazmowej pirolizy metanu oraz do destrukcji czynnika chłodniczego. Kinetykę reakcji chemicznych zachodzących w plazmie mikrofalowej modelowano numerycznie, wyznaczano m.in. rozkłady pola elektromagnetycznego plazmy w mikrofalowym generatorze plazmy. Technika laserowa została wykorzystana do wizualizacji przepływów gazów oraz pomiaru pól prędkości przepływów gazów metodą PIV, a także do mikroobróbki materiałów, przy czym zoptymalizowano zastosowaną metodę bezpośredniego naświetlania laserowego umożliwiającą wykonywanie ścieżek o dużej gęstości

**Centre for Plasma and Laser Engineering** Works have been carried out in the frame of 2 research topics encompassing generation, investigations of properties and practical applications of ionised media and laser radiation for technical and ecological purposes. In the frame of the first topic, regarding application of plasma and laser techniques, carried out were works related to investigations and improvement of microwave plasma sources and diagnostics as well as diagnostics and plasma modeling. Developed and modernized were experimental facilities for the needs of research and utilization of microwave plasma generators. Developed was a modified version of a device for plasma gas processing in rotary flow with high flow rates, which was utilized for hydrogen production in the process of plasma pyrolysis of methane as well as for destruction of refrigerants. The kinetics of chemical reactions taking place in microwave plasma was modeled numerically, determined were amongst the others distributions of electromagnetic plasma distributions in microwave plasma generators. The laser technique was used in visualization of gas flow as well as measurement of velocity fields using PIV technique, as well as material microprocessing, where optimized was a method of direct laser illumination enabling production of circuits with high density of packing and developed was a laser device ULMM for material microprocessing. It ought to be acknowledged that the device was presented at the International

upakowania oraz zbudowano urządzenie laserowe ULMM do mikroobróbki materiałów. Należy wspomnieć, iż opracowane urządzenie było prezentowane na Międzynarodowych Targach Poznańskich w 2008, gdzie otrzymało Złoty Medal. Badano również możliwości zastosowania techniki plazmowej do oczyszczania gazów i wody m.in. przy eliminacji fenolu i bakterii za pomocą impulsowego wyładowania koronowego w wodzie. W ramach drugiego tematu dotyczącego spektroskopowych metod nieniszczącej analizy materiałów i diagnostyki procesowej badano cienkie warstwy napawane laserem ustalając zależność podatności na mikropęknięcia od temperatury wstępnego podgrzania materiału podłoża. Prace nad nowymi materiałami kompozytowymi MMC (*Metal Matrix Composite*) obejmowały badania dyspergowania węglików krzemu i wolframu w miękkiej matrycy stopu Al6061. Rozwijano metody badań spektralnych pod kątem zastosowań do nieniszczącej detekcji związków organicznych w oparciu o analizę statystyczną widm absorpcji. Zbudowano stoisko doświadczalne do termicznej depolimeryzacji biomasy. Proces spalania konwencjonalnych mieszanek paliwowych badano równolegle na modelu obliczeniowym opisującym kinetykę jonów w płomieniu benzynowo-powietrznym. Metodą dynamiki molekularnej wykonano badania systemów chłodzenia do mikroukładów generacji oraz wymiany ciepła w mikro- i nanoskali. Wyjaśniono znaczenie nanoprocessów transportu ciepła w wyniku

*Poznan Fair and was awarded a gold medal. Investigated were also possibilities of application of plasma techniques for gas and water purification, amongst the others for elimination of phenol and bacteria by means of impulse corona discharge in water. In the frame of a topic regarding the spectroscopic non-destructive methods of material analysis and process diagnostics investigated were thin layers coated by means of laser and establishing the relation between the susceptibility to micro cracks and temperature of initial heating of the base material. Works on new composite materials MMC (Metal Matrix Composite) encompassed investigations of dispersion of silicone and wolfram carbides in a soft matrix of Al6061 alloy. Developed were methods of spectral investigations with the view of applications in non-invasive detection of organic compounds basing on statistical analysis of absorption spectra. Constructed was an experimental facility for thermal depolimerisation of biomass. The process of combustion of conventional fuel mixtures was investigated in parallel on the calculation model describing the kinetics of ions in petrol-air flame. Using the method of molecular dynamics carried out were investigations of cooling systems for generation microsystems and heat transfer in micro and nano-scale. Explained was the meaning of nanoprocesses of heat transport as a result of supplying ultra short energy pulses, indicating the non-Fourier character of transport processes of heat from the region of induction to*

dostarczania ultrakrótkich impulsów energii, wskazując na niefurierowski charakter procesów transportu ciepła od obszaru wzbudzenia do cząstek nanowarstwy. Szczególną uwagę zwracają badania stosowane dotyczące laserowego oczyszczania i skanowania. Opracowane nieniszczące techniki diagnostyki i analizy materiałów zastosowano m.in. w konserwacji obiektów historycznych. Należy podkreślić bardzo wysoki poziom naukowy wykonanych prac oraz szeroką międzynarodową współpracę Ośrodka. Wyróżnioną pracą jest opracowanie laserowej metody odwzorowania schematów połączeń obwodów elektrycznych o wysokiej gęstości upakowania na płytkach drukowanych (zespół prof. J. Mizeraczyka). W roku sprawozdawczym stopień doktora habilitowanego nadano A. Cenianowi.

**Ośrodek Mechaniki Maszyn** Prace badawcze prowadzono w ramach dwóch tematów obejmujących zagadnienia uszkodzeń w elementach konstrukcji i mechaniki maszyn. W pierwszym temacie rozwijano metody modelowania, identyfikacji i prognozowania uszkodzeń w elementach konstrukcji. Opracowano nowe typy elementów spektralnych do numerycznej analizy wpływu delaminacji na propagację fal sprężystych. W licznych symulacjach numerycznych zbadano wpływ wielkości i położenia obszaru delaminacji na zmiany zachodzące w propagacji fal sprężystych pod kątem wykorzystania ich do detekcji tego typu defektu kompozytu. Opracowane sposoby monitorowania

*the nanolayer particles. A particular attention is focused on investigations regarding the laser purification and scanning. Developed non-destructive techniques of diagnostics and material analysis were applied amongst the others in conservation of historical objects. A very high quality of the scientific activities must be stressed in accomplished works as well as a wide international cooperation. The acknowledged work was a development of a laser technique of mapping of electric circuits with a high degree of packaging on printed circuits (group led by Prof. J. Mizeraczyk). In the reporting year the DSc degree was awarded to A. Cenian.*

#### **Centre for Mechanics of Machines**

*Research works have been carried out in the frame of 2 topics encompassing the problems of defects in structure elements and mechanics of machines. Within the first topic developed were the methods of modeling, identification and forecasting of the defects in structural elements. Developed were new types of spectral elements for numerical analysis of the influence of delamination on propagation of elastic waves. In numerous numerical simulations investigated was the influence of the extent and location of delamination regions on the changes taking place in propagation of elastic waves with the view of their utilization in such way as to detect the composite's defect type. Developed methods of monitoring of the structure technical state, consisting of suggestions of distribution of piezoelectric trans-*

stanu technicznego konstrukcji, na które składają się propozycje rozmieszczenia przetworników piezoelektrycznych oraz algorytmy przetwarzania zarejestrowanych sygnałów zweryfikowano eksperymentalnie. Prowadzono również doświadczenia nad wykorzystaniem właściwości materiałów z magnetyczną pamięcią kształtu do aktywnego sterowania wybranymi charakterystykami dynamicznymi konstrukcji. W obszarze dotyczącym podstaw mechaniki konstrukcji i materiałów sformułowano globalne i lokalne termodynamiczne zasady bilansu oraz prawo wzrostu entropii na krzywej osobliwej, modelującej zmianę fazową typu martenzytycznego w powłoce. Opracowano nowe zagadnienie brzegowe dla nieliniowej teorii cienkich powłok sprężystych, zawierające zmodyfikowane równania równowagi oraz nowe, energetycznie zgodne naturalne i geometryczne warunki brzegowe. Wykonano obszerną analizę przeglądową rzeczywistych połączeń w konstrukcjach powłokowych. Dokonano przeglądu zagadnień modelowania naprężeń kontaktowych oraz obliczeń numerycznych sił docisku i tarcia, w szczególności w specjalnych obszarach zastosowań, takich jak układy drgające, elastomery, inżynieria biomedyczna i in. Drugi temat badawczy dotyczył analizy teoretycznej i eksperymentalnej wybranych zagadnień mechaniki oraz dynamiki elementów maszyn. Wykonano teoretyczne i eksperymentalne badania oddziaływań dynamicznych w układach

*ducers and algorithms of processing recorded signals, have been experimentally tested. Carried out were also experiments on utilization of material properties with magnetic shape memory for active control of selected dynamical characteristics of the structure. In the area related to fundamentals of structural and material mechanics formulated were global and local thermodynamical principles of conservation as well as the law of entropy increase on a singular curve, modeling the phase change of martensitic type in the shell. Developed has been a new boundary problem for a nonlinear theory of thin elastic shells containing modified equations of equilibrium as well as new ones, energetically consistent of natural and geometrical boundary conditions. Carried out was an extensive survey analysis of couplings in shell structures. Accomplished was a survey of modeling approaches of contact stresses as well as numerical calculations of clamping and friction forces, in particular in special areas of application such as vibrating systems, elastomers, biomedical engineering and others. The second research topic was related to theoretical and experimental analysis of selected problems of mechanics and dynamics of machine elements. Carried out were theoretical and experimental investigations of dynamical interactions in the rotor-bearings system encompassing, amongst the others, modeling and analysis of dynamic states of rotors of cogeneration microturbines for typical conditions of operation. Devel-*

wirnik–łożyska obejmujące m.in. modelowanie i analizę stanów dynamicznych wirników mikroturbin kogeneracyjnych dla typowych warunków pracy. Opracowano metodologię obliczania łożysk foliowych do szybkoobrotowych mikroturbin kogeneracyjnych biorąc pod uwagę możliwość wykorzystania czynników niskowrzących do smarowania. Kontynuowano prace związane z wibracyjną diagnostyką symulacyjną maszyn wirnikowych ze szczególnym uwzględnieniem turbozespołów dużej mocy. Zaprezentowano metodykę tworzenia zbiorów relacji diagnostycznych związanych z defektem wielopodporowych maszyn wirnikowych polegającym na rozosiowaniu łożysk. Równocześnie wykonywano prace zmierzające do weryfikacji nowych narzędzi utworzonych do analizy pól naprężeń i odkształceń mechanicznych w wirującym wale z uwzględnieniem wpływu pęknięć w wale na dynamikę dużej maszyny wirnikowej. Kolejnym zrealizowanym zadaniem badawczym była numeryczna analiza termosprężysta turbiny parowej podczas rozruchu ze stanu zimnego bez podgrzewu a także z pełnym podgrzewem. Dla zadanego sposobu rozruchu uzyskano wiarygodne wartości współczynników przenikania ciepła zmienne w czasie, z których wyznaczono rozkłady temperatur i naprężeń oraz przemieszczeń na odpowiednich powierzchniach wału i korpusu. Za pomocą programu, którego algorytm oparty był na metodzie objętości skończonych, przeanalizowano wzajemne

*oped has been methodology for calculation of foil bearings for high revolution cogeneration microturbines, considering the possibility of application of low-boiling point fluids for their lubrication. Continued have been works related to vibrational simulation diagnostics of rotating machinery with particular consideration of large power turbosets. Presented has been the methodology for development of sets of diagnostic relations related to the defect of multi-supported rotating machinery based on bearings misalignment. At the same time carried out were activities aimed at verification of new tools developed for analysis of the impact of stresses and mechanical deformation areas in a rotating shaft, with account of the influence of cracks in a shaft, on a dynamics of large power rotating machine. Another completed research task was the numerical thermoelastic analysis of steam turbine during start-up from the cold state without warming-up as well as with a full warming up. For each prescribed way of start-up obtained have been reliable values of overall heat transfer coefficients, variable in time, from which determined have been temperature distributions and stresses as well as displacements on a relevant shaft and body surfaces. Using the code, the algorithm of which was based on a method of finite volumes, analysed were mutual locations of guide vanes in the first stage of engine SO-3 compressor in the range of the extent of non-stationary forces variation acting on a rotor blade. Developed also was*



położenia łopatek kierowniczych w pierwszym stopnia sprężarki silnika SO-3, w zakresie wielkości sił nies-tacjonarnych działających na łopatkę wirnikową. Opracowano również model strukturalny (MES) warstwy nośnej łożyska foliowego oraz obliczono jego odkształcenia. Wyróżnioną pracą jest analiza defektów konstrukcji podpie-rającej w odniesieniu do stanu dyna-micznego maszyny wirnikowej (zespół prof. J. Kicińskiego). Na podkreślenie w działalności Ośrodka zasługuje łączenie teorii z eksperymentem oraz wyko-rzystanie badań w praktyce, a także wzorowa współpraca z ośrodkami kra-jowymi i międzynarodowymi. W roku sprawozdawczym stopień doktora nadano V. Konopińskiej.

## 2.6. Działalność naukowa w ra-mach projektów badawczych

W przeważającej części były to projekty badawcze własne, finansowane przez MNiSW. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na duże projekty; są to dwa nowe projekty kluczowe w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt. *Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii i Monitorowanie Stanu Technicznego Konstrukcji i Ocena jej Żywotności* oraz na projekt zamawiany pt. *Zintegrowany dynamiczny system oceny ryzyka diagnostyki oraz sterowania dla obiektów i procesów technicznych*, który jest kontynuacją z lat poprzednich. Ogółem realizowano 70 projektów badawczych:

*a structural model (MES) of a load-ing surface of a foil bearing as well as calculated have been its deformations. The acknowledged work was the analy-sis of supporting structure defects with respect to the dynamic state of rotating machinery (group led by prof. J. Kiciński). Not to be neglected at the Centre is the combination of theory with ex-periment as well as application of the results in practice and the pristine co-operation with domestic and interna-tional institutions. In the reporting year the PhD degree was awarded to V. Konopinska.*

## 2.6 Scientific activity in the frame of research projects

*In the majority of cases these were the research projects funded by the Min-istry for Science and Higher Education (MNiSzW). First of all attention should be focused on a large entities; these are the two new national key projects in the frame of Operational Programme Inno-vative Economy titled "Model agroen-ergetical complexes as examples of dis-persed cogeneration based on local and renewable sources of energy" and "Mon-itoring of structure technical condition and assessment of its life span" as well as a requested project "Integrated dy-namical system of diagnostics risk as-sessment and control for objects and technical processes", which is a contin-uation from previous years. In total 70 research projects have been underway:*

projekty badawcze własne (w tym 5 habilitacyjnych)	35,	MNiSW research projects (including 5 habilitational projects)	35,
projekty badawcze promotorskie	13,	research projects leading to PhD	13,
projekty badawcze zamawiane	2,	requested research project	2,
projekty badawcze międzynarodowe finansowane przez MNiSW (SPUB)	5,	int. research projects financed by MNiSW(SPUB)	5,
projekty badawcze zagraniczne	7,	foreign research projects	7,
projekty badawcze rozwojowe	1,	development research projects	1,
projekty badawcze specjalne	2,	special research projects	2,
projekty badawcze kluczowe	2,	key research projects	2,
inne projekty	3.	other projects	3.

Instytut jest również koordynatorem konsorcjum 21 instytucji naukowych, koncernów energetycznych oraz przedsiębiorstw przemysłu maszynowego pn. Centrum Zaawansowanych Technologii „RIMAMI”. Siedziba Centrum znajduje się w Instytucie, a jego dyrektorem jest prof. J. Kiciński, zaś prof. J. Mikielewicz – koordynatorem grupy „Odnawialne Źródła Energii”. Celem konsorcjum jest wdrożenie nowoczesnych systemów zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwach (rozproszone bazy danych i bazy wiedzy oraz transmisja wirtualna, nanoserwery internetowe, sieci VPN, sztuczna inteligencja, inżynieria wiedzy, systemy diagnostyki i oceny ryzyka). Tematyka obejmuje również siłownie nowej generacji oraz odnawialne źródła energii (energetyka konwencjonalna i „zielona”, biomasa, spalanie ekologiczne). Konsorcjum umożliwia i ułatwia występowanie o projekty finansowane przez fundusze strukturalne SPO WKP.

*The Institute coordinates also a consortium of 21 scientific institutions, power utilities and machine industry enterprises named the "Centre for Advanced Technologies - RIMAMI". The Institute hosts the Centre, Professor J. Kiciński is its director and Professor J. Mikielewicz coordinates the group "Renewable Sources of Energy". The objective for the existence of the consortium is implementation of modern systems of knowledge management in enterprises (dispersed databases, bases of knowledge, virtual transmission, internet nanoservers, VPN networks, artificial intelligence, knowledge engineering, diagnostics systems and risk assessment). The topics encompass also power plants of new generation and renewable sources of energy (conventional power, "green" power, biomass, ecological combustion). Consortium enables and simplifies project applications for the resources available from structural funds SPO-WKP.*

## 2.7. Informacja o odbiorach prac statutowych

Odbioru prac dokonały komisje z udziałem członków Rady Naukowej spoza Instytutu w ramach 4 ośrodków. Referaty-recenzje o pracach wykonanych w Ośrodkach wygłosili ich kierownicy, natomiast krótkie referaty na temat wybranych prac przedstawili poniżej wymienieni prelegenci. W odbiorach uczestniczyli także bezpośredni wykonawcy, którzy na życzenie Komisji Odbiorów udzielali uzupełniających informacji i wyjaśnień. Komisje w poszczególnych zespołach oceniły oryginalność problematyki badań oraz wartość poznawczą i użytkową uzyskanych wyników.

**Ośrodek 1** Komisja Odbioru: prof. E. S. Burka – przewodniczący, Dyrektor Instytutu, Z-ca Dyr. ds. Naukowych, Kierownicy Ośrodków.

Referent: doc. J. Pozorski. Praca wybrana i wyróżniona przez Komisję: dr A. Krella – *Wpływ osadzania nanostrukturalnych powłok na odporność kawitacyjną stali austenitycznej X6CrNiTi18-10*. Komisja wyraziła uznanie zespołom za dobrze rozwiniętą współpracę z przemysłem, podkreślając utrwaloną pozycję Ośrodka w Energetyce Wodnej oraz dobre osadzenie problematyki badawczej w priorytetach UE i krajowych. Wskazano na właściwą kontynuację rozwoju metod numerycznych zgodną z prowadzoną tematyką. Zwrócono również uwagę na intensywny rozwój badań podstawowych i technik numerycznych nakierowany na wspomaganie badań

## 2.7 Information about reporting of statute works

*Reporting of the works has been conducted by the groups of Scientific Board with participation of external Board members, in the frame of 4 Centers. Presentations of the reviews about the works conducted in the divisions have been given by their respective leaders and short presentations on the selected works have been given by the listed below speakers. Also the directly interested persons participated in the reporting sessions, who provided supplementary information and comments if asked by the Assessment Commission. The Assessment Commission reviewed the originality of conducted works in particular groups, their fundamental character as well as practical and utilitarian value.*

**Centre 1** Assessment Commission: Professor E. Burka – Chairman, Institute Director, Deputy Director for Science, Heads of the Centres.

Speaker – Dr. J. Pozorski, DSc. Selected and acknowledged work: Dr. A. Krella – *Influence of nanostructural layer coating on cavitation resistance of austenitic steel X6CrNiTi18-10*. The Assessment Commission expressed appreciation to the groups for their well developed cooperation with industry stressing established position of the Centre in hydropower industry as well as appropriate suitability of research topics in EU and domestic research priorities. Acknowledged has been a clear progress in fundamental investigations as well as development of

aplikacyjnych.

**Ośrodek 2** Komisja Odbioru: prof. T. Chmielniak – przewodniczący (P.Śl., Przewodniczący RN Instytutu), prof. K. Kosowski (P.G.), Dyrektor Instytutu, Z-ca Dyr. ds. Naukowych, Kierownicy Ośrodków.

Referent prof. M. Trela. Praca wybrana i wyróżniona przez Komisję: dr hab. inż. P. Lampart – *Badanie mechanizmów generacji strat przepływowych w układach łopatkowych turbin osiowych*. Komisja stwierdziła bardzo wysoki poziom merytoryczny realizowanych prac oraz wysoko oceniła zaangażowanie Ośrodka we współpracę z instytucjami przemysłowymi. Podkreślono osiągnięcia w zakresie współpracy międzynarodowej, w realizacji projektów europejskich oraz zaangażowanie w przygotowanie projektów w ramach Funduszy Strukturalnych. Bardzo dobrze oceniono wyniki szkolenia młodej kadry (2 przewody habilitacyjne i 2 doktorskie).

**Ośrodek 3** Komisja Odbioru: prof. J. Marecki – przewodniczący, Dyrektor Instytutu, Z-ca Dyrektora ds. Naukowych, Kierownicy Ośrodków.

Referent: prof. J. Mizeraczyk. Praca wybrana i wyróżniona przez Komisję: mgr R. Barbucha – *Laserowa metoda odwzorowania schematów połączeń obwodów elektrycznych o wysokiej gęstości upakowania na płytkach drukowanych*. Komisja wyraziła uznanie dla znaczącej pozycji naukowej zdobytej przez Ośrodek zarówno w kraju, jak i na arenie międzynarodowej. Podkreślono bardzo wysoki poziom naukowy wykonanych prac, których

*advanced numerical methods in aid of application activities.*

**Centre 2** Assessment Commission: Professor T. Chmielniak (Chairman – Silesian University, Chairman of the Institute’s Scientific Board), Professor K. Kosowski, (GUT), Institute Director, Deputy Director for Science and Heads of the Centers.

Speaker – Professor M. Trela. The work selected and acknowledged by the Commission: Dr P. Lampart, DSc – Investigations of mechanisms of flow losses generation in blading systems of axial turbines. The Commission acknowledged a very high quality of works and highly acclaimed achievements in the area of cooperation with industry. Acknowledged have also been achievements in the area of international cooperation and realization of EU projects and involvement in preparation of applications in the frame of structural fund programmes. Very well were assessed results of young staff professional development (2 DSc awards and 2 PhD).

**Centre 3** Assessment Commission: Professor J. Marecki (Chairman), Institute Director, Deputy Director for Science, Heads of the Centers.

Speaker - Professor J. Mizeraczyk. The work selected and acknowledged: Mr R. Barbucha – Laser method of mapping of representations of electric circuits with high density of packing on printed circuits. The Commission expressed appreciation to the established position of the Centre both domestically and in the international scale. Stressed was a very high scientific quality of works, which

wyniki były opublikowane w czasopi-  
smach z listy filadelfijskiej i innych,  
a także prezentowane na ważnych kon-  
ferencjach krajowych i zagranicznych.  
Zauważono ponadto, że imponu-  
jący wzrost pozyskanych środków  
spowodowało wspomaganie badań  
projektami międzynarodowymi i kra-  
jowymi.

**Ośrodek 4** Komisja Odbioru: prof.  
J. Mikielawicz – przewodniczący,  
Dyrektor Instytutu, Z-ca Dyrektora ds.  
Naukowych, Kierownicy Ośrodków.  
Referent: prof. W. Ostachowicz.  
Wybrana i wyróżniona praca: mgr  
inż. G. Żywica – *Analiza defektów  
konstrukcji podpierającej w odniesie-  
niu do stanu dynamicznego maszyny  
wirnikowej*. Komisja bardzo dobrze  
oceniła wszystkie tematy badawcze  
prowadzone w Ośrodku, wskazując  
na ich prawidłowe udokumentowanie  
sprawozdaniami i licznymi publika-  
cjami, podkreślając łączenie teorii  
z eksperymentem oraz wykorzystanie  
badań w praktyce. Zwrócono  
uwagę na rzeczową współpracę z kra-  
jowymi i międzynarodowymi ośrodkami  
naukowymi, a także dużą aktywność  
w pozyskiwaniu grantów zarówno  
krajowych jak i zagranicznych. Równie  
wysoko oceniono procs szkolenia młodej  
kadry (doktoraty).

### 3. Działalność wydawnicza

#### Książki i wydawnictwa zwarte

1. P. Doerffer, T. Ochrymiuk,  
R. Rządowski, J. Rachwalski,  
L. Kubitz: *Modelowanie sprzężeń*

*have been published in prestigious jour-  
nals, amongst the others those recorded  
in Journal Citation Reports and other  
important publications as well as those  
presented at established international  
and national conferences. Noticed  
was also that an impressive increase  
of acquired resources was stemming  
from combination of research from  
international and domestic research  
projects.*

**Centre 4** Assessment Commission:  
Professor J. Mikielawicz – Chairman,  
Institute Director, Deputy Director for  
Science, Heads of the Centers.

*Speaker – Prof. W. Ostachowicz. The  
work selected and acknowledged: Mr  
G. Żywica – Analysis of defects of  
supporting structure in relation to the  
dynamic state of rotating machine.  
The Assessment Commission highly  
appreciated all topics carried out at the  
Centre concluding their appropriate  
reporting and numerous publication  
in prestigious journals, stressing the  
combination of theory and experiment  
as well as utilization of research in  
practice. Attention was also focused on  
a pragmatic cooperation with domestic  
and international research institutions  
as well as significant activity in acquir-  
ing research grants, both domestic and  
international. Equally high was appre-  
ciated a high standard of professional  
education of a young staff.*

### 3. Publishing activity

#### Books

1. P. Doerffer, T. Ochrymiuk, R.  
Rządowski, J. Rachwalski, L. Ku-

*aerodynamicznych z uwzględnieniem charakterystyk materiałowych*. Wyd. IMP PAN, Gdańsk 2008 (str. 194, nakład 250 egz.).

2. T. Chmielniak, M. Trela (red.): *Diagnostics of new-generation thermal power plants*. Wyd. IMP PAN, Gdańsk 2008 (str. 508, nakład 250 egz.).
3. XVIII Krajowa Konferencja *Mechaniki Płynów — Streszczenia*. Wyd. IMP PAN, Gdańsk 2008 (str. 222, nakład 150 egz.).

### Czasopisma i wydawnictwa ciągłe

1. *Transactions of IFFM*, j. angielski, nr 121, 2008 (86 str., nakład 165 egz.), Wyd. IMP PAN. Czasopismo znajduje się w bazie bibliograficznej INSPEC.
2. *Zeszyty Naukowe IMP PAN (Studia i Materiały)*, 4 vol. (łącznie objętość 364 str., łączny nakład 135 egz.), Wyd. IMP PAN.
3. *Annual Report 2007 — Przegląd Prac IMP PAN 2007* (172 str., nakład 140 egz.), Wyd. IMP PAN.
4. *Archives of Thermodynamics*<sup>1</sup>, Wyd. IMP PAN, kwartalnik, j. angielski, Vol. 29 (2008), Nos. 1–4 (łącznie objętość 492 str., łączny nakład 1030 egz.). Czasopismo znajduje się w bazach danych INSPEC, EBSCO oraz Applied Mechanics Review, Heat Transfer – Recent Contents, VINITI.

---

<sup>1</sup>wyd. Komitetu Term. i Spalania PAN redagowane w IMP PAN

*bitz: Modeling of aerodynamic couplings with account of material characteristics*, IMP PAN Publishers, Gdansk 2008 (194 pages, 250 copies).

2. T. Chmielniak, M. Trela (Ed.): *Diagnostics of new-generation thermal power plants*, IMP PAN Publishers, Gdansk 2008 (508 pages, edition 250 copies).
3. XVIII National Fluid Mechanics Conference – Abstracts, IMP PAN Publishers, Gdansk 2008 (222 pages, edition 150 copies).

### Journals and permanent editions

1. *Transactions of IFFM, in English, No. 121, 2008* (86 pages, edition 165 copies.), IMP PAN Publishers, the journal is notified in INSPEC bibliographic database.
2. IMP PAN Scientific Notes (Studies and Materials), 4 vol. (Total volume 364 pages, total edition 135 copies), IMP PAN Publishers.
3. *Annual Report 2007* (172 pages, edition 140 copies), IMP PAN Publishers.
4. *Archives of Thermodynamics*<sup>2</sup>, IMP PAN Publishers, quarterly, in English, Vol. 29 (2008), Nos. 1-4 (total volume 492 pages, total edition 1030 copies). The journal can be found in INSPEC and EBSCO databases as well as Applied Mechanics Review, Heat Transfer – Recent Contents, VINITI.

---

<sup>2</sup>J. of Committee of Thermodynamics and Combustion of PASci edited at IFFM PASci

5. *Archiwum Energetyki*<sup>3</sup>, Wyd. IMP PAN, półrocznik, t. XXXVIII (2008), nr 1 i 2 (łączna objętość 462 str., łączny nakład 640 egz.).

#### 4. Konferencje organizowane lub współorganizowane przez Instytut

1. *European Workshop on Structural Health Monitoring*, Kraków 2–4 lipca 2008.
2. *5th International Conference on Transport Phenomena in Multiphase Systems*, Białystok, 30 VI – 3 VII 2008.
3. *XVIII Krajowa Konferencja Mechaniki Płynów*, Jastrzębia Góra, 21–25 września 2008.

#### 5. Związki z gospodarką

W IMP PAN wykonywano prace badawcze i badawczo-aplikacyjne na podstawie bezpośrednich umów (średniorocznie 28). Zakłady i pracownie Instytutu oferowały swoje usługi badawcze, projektowe, obliczeniowe, ekspertyzy techniczne oraz budowę unikatowej aparatury i urządzeń technicznych.

**Ośrodek O1** niezmiennie utrzymuje uznaną pozycję w dziedzinie energetyki wodnej. Wykonano liczne ekspertyzy i opinie dotyczące projektowania, modernizacji i diagnostyki turbin i pomp wodnych. Zaawansowane badania sprawnościowe, optymalizacyjne, energetyczne, diagnostyczne, gwaran-

<sup>3</sup>wyd. Komitetu Problemów Energetyki PAN redagowane w IMP PAN

5. *Archives of Energetics*<sup>4</sup>, IMP PAN Publishers, half yearly, vol. XXXVIII (2008), No. 1 and 2 (total volume 462 pages, total edition 640 copies).

#### 4. Conferences organised by the Institute

1. *European Workshop on Structural Health Monitoring*, Kraków 2-4 July 2008.
2. *5th International Conference on Transport Phenomena in Multiphase Systems*, Białystok, 30 VI - 3 VII 2008.
3. *XVIII National Fluid Mechanics Conference*, Jastrzębia Góra, 21-25 września 2008.

#### 5. Links with industry

At IFFM PAS conducted are research works of fundamental and application character based on direct contracts with industry (on average 28 per annum). Departments and divisions of the Institute offered its research, design, computing capabilities in the area of technical consultancies and construction of a unique equipment and technical applications.

**Centre O1** invariantly confirms a firm position in the area of hydropower. Carried out have been numerous consultancies regarding design, modernizations and diagnostics of water turbines and pumps. Carried out were advanced efficiency, optimization, energetical, diagnostic as well as warranty investiga-

<sup>4</sup>J. of Committee of Power Engineering Problems of PASci edited at IFFM PASci

cyjne i in. całych hydrozespołów pod kątem oceny ich własności energetycznych oraz stanu dynamicznego prowadzono w wielu największych elektrowniach wodnych na terenie całego kraju (EW Porąbka, EW Rakowice, EW Wrocław, EW Żur, EW Włocławek, EW Żydowo, EW Niedzica). Do pomiaru natężenia przepływu w elektrowniach wodnych przepływowych i popompowo szczytowych z powodzeniem stosowano, zaadaptowaną i unowocześnioną przez zespół doc. A. Adamkowskiego, metodę uderzenia hydraulicznego. Kontynuowano działalność konsultacyjną skierowaną do inwestorów małej energetyki wodnej oraz firm działających na rzecz energetyki wodnej. Na zamówienie Uniwersytetu Stanu Morelos w Meksyku opracowano i zbudowano małogabarytowe, kompaktowe stanowisko laboratoryjne przeznaczone do różnorodnych badań przebiegu zjawiska uderzenia hydraulicznego. Również dla meksykańskiej hydroelektrowni Santa Rosa zbudowano kolektory zbiorcze ciśnień z możliwością podłączania rurek impulsowych z wielu punktów odbioru. Nie można nie wspomnieć o bardzo ważnej, zleconej ekspertyzie dotyczącej ustalenia pęknięcia wałów pomp.

Tematy współpracy w **Ośrodku O2** związane były głównie z pracami nad optymalizacją pracy turbiny, urządzeniami techniki cieplnej i technikami pomiarowymi. Przykładem mogą być obliczenia obiegów cieplnych oraz opracowanie modernizacji układów próżniowych wymiany energii i poprawy

*tions of entire hydrosets in several biggest domestic hydropower plants (Porąbka, Rakowice, Wrocław, Żur, Włocławek, Żydowo, Niedzica). Flow rate measurements in flow-through hydropower plants and pumped-storage power plants were successfully applied as well as adopted and modified was a method of water hammer effect developed by a group led by Dr. A. Adamkowski, DSc. Continued was consulting activity directed to investors of small hydropower as well as companies acting in the area of hydropower. On request of the Morelos State University in Mexico developed and constructed was a small scale compact laboratory facility for different investigations of the course of water hammer effect. Also for the Mexican hydropower plant Santa Rosa constructed were collection collectors for pressures with possibility of connection of impulse tubes from several locations. Not to be neglected is the very important expertise regarding cracking of the pump shafts.*

*The topics of cooperation at the **Centre O2** were related mainly to optimization of turbine operation, heat technology apparatus and measurement techniques. As examples here can serve calculations of thermal cycles and development of modernization of vacuum systems and improvement of energy transfer in surface heat exchangers at Turow power plant. Mentioned here must be acquisition by Dr. Z. Drozynski of a patent titled The procedure and a system for refilling district heating system and thermal cycle with water in*



procesów w powierzchniowych wymiennikach w elektrowni Turów. Należy wspomnieć o uzyskaniu 2 patentów przez dra Z. Drożyńskiego patentu pt. *Sposób i układ uzupełniania wodą sieci ciepłowniczej i obiegu ciepłego w elektrociepłowni* (P. 198289) i pt. *Układ zasilania czynnikiem chłodzącym chłodnic urządzeń strumieniowych w obiegu ciepłym elektrociepłowni* (P. 199071) oraz wdrożeniu patentu prof. A. Gardzilewicza pt. *Nowe rozwiązanie konstrukcyjne stopnia turbinowego przed upustem regeneracyjnym* (P. 160805, licencję sprzedano firmie Alstom Power), który zastosowany w nowoczesnym układzie łopatkowym części NP turbiny w Elektrowni Kozienice przyczynia się do zysku mocy i zmniejszenia erozji ostatniego stopnia turbiny. We współpracy z Instytutem Chemicznej Przeróbki Węgla zbudowano model hiperbolicznego rozchodzenia się ciepła w komorze koksowniczej oraz opracowano model przepływowego reaktora z inertną membraną ceramiczną. Na potrzeby analizy stanu ekranów w EC Gdańsk i Gdynia wykonano symulację numeryczną korozji siarkowej w komorze spalania. Opracowane i wykonane (dr D. Kardaś i in.) prototypowe końcówki rozpylające palników mazutowych, redukujące zużycie paliwa, zostały zamontowane w kotle w EC Wybrzeże w Gdańsku. Wyróżniają się również dwie ekspertyzy. Pierwsza z nich dotyczyła zgodności i zamienności urządzeń w elektrociepłowni, a druga polegała na pomiarze widma akustycznego dysz

*a heat and power plant (Patent No. 198289) and the other one titled The system for supplying coolers of ejectors with the cooling medium in a thermal cycle of a heat and power plant (Patent No. 199071) as well as implementation of the patent due to Prof. A. Gardzilewicz titled New design of turbine stage prior to the regeneration bleed (Patent No. 160805, license sold to Alstom Power), which implemented in a modern blading system of LP turbine part at Kozienice Power Plant contributes to the power increase and reduction of erosion of the last turbine stage. In the frame of cooperation with the Institute of Chemical Processing of Coal developed has been a model of hyperbolic heat transfer in a coke chamber as well as developed was a model of flow reactor with inert ceramic membrane. On demand for the analysis of the state of screens at Gdansk and Gdynia CHP carried out was numerical simulation of sulfur corrosion in the combustion chamber. Developed and manufactured (Dr D. Kardas et al.) prototype spraying nozzles of mazout burners, contributing to reduction of fuel consumption, have been mounted in the boiler at Wybrzeze CHP in Gdansk. To be acknowledged are two other consultancies. First of them regarded consistency and interchangeability of devices at the heat and power plant, whereas the second one was based on measurement of acoustic spectra of nozzles for salt solution distribution (for Ivestgas SA). To be mentioned also is the consultancy on determination of appro-*

do rozprowadzania solanki (Ivestgas SA). Można wspomnieć też o wyznaczeniu właściwych parametrów pracy instalacji Biturox, do produkcji asfaltów drogowych, oraz ustaleniu danych do projektu technicznego jej modernizacji (Lotos SA) i analizie zniszczenia łopatek wirnikowych drugiego stopnia turbiny EC Gorzów, a także o aktualizacji projektu i technicznej dokumentacji wykonawczej stanowiska do badania dymszczelności dla CTO SA.

W **Ośrodku O3** kontynuowano wdrażanie technologii laserowych do nieniszczącej analizy materiałów i konserwacji dzieł sztuki. Udostępniono (zbudowaną przez zespół prof. G. Śliwińskiego) aparaturę analityczną oraz 2 urządzenia do laserowego oczyszczania powierzchni w ramach stworzonego specjalistycznego laboratorium technik analizy i optoelektroniki dla ośrodków konserwacji i ochrony zabytków. Promocja projektu obejmowała badania stosowane, dotyczące laserowego oczyszczania i skanowania, a także przypadki zastosowań nieniszczących technik diagnostyki i analizy materiałów w zleceniach z przemysłu oraz w projektach konserwacji obiektów historycznych. Wymienić należy badania próbek warstwy malarskiej pobranych z obrazów, badania papierów zabytkowych, analizę składu chemicznego zabytków archeologicznych, pomiary skoku oraz przekrojów poprzecznych łopatek śruby napędowej (Stocznia Remontowa Gdańsk), badania deformacji modeli

*priate parameters of operation of Biturox installation, for production of asphalt and establishing of data for a design of its modernization (Lotos SA), as well as analysis of rotor blades damage of the second stage of turbine at CHP Gorzow, and the bringing up to date the design and technical documentation of a facility for smoke tightness investigations for CTO SA.*

*At the Centre O3 continued were activities on implementation of laser technologies for non-damaging analysis of materials and conservation of art masterpieces. Made available was (developed by a group led by Professor G. Śliwiński) analytical apparatus as well as 2 devices for laser purification and scanning, as well as cases of application of non-damaging techniques of diagnostics and material analysis in industrial contracts and projects of conservation of historical objects. Outlined here should be investigations of paint samples taken from paintings, research of monumental papers, analysis of chemical composition of archeological monuments, measurements of the pitch and cross-sections of propeller blades (Gdansk Overhaul Shipyard), investigations of deformations of the models of ships' broadsides (Gdansk University of Technology), performing holes in glass ampoules by means of laser drilling (Polpharma), laser cleaning of stone plates of the fore-doorstep. There must be also mentioned the design and construction of a laser device ULMM for material microprocessing (group led by Prof. J. Mizeraczyk), which is designed*

burty statku (Politechnika Gdańska), wykonywanie otworów w szklanych ampulkach metodą drażenia laserowego (Polpharma), czyszczenie laserowe płyt kamiennych przedproży. Należy niewątpliwie wspomnieć o zaprojektowaniu i zbudowaniu urządzenia laserowego ULMM do mikroobróbki materiałów (zespół prof. J. Mizeraczyka), które przystosowane jest do wykonywania metalowych szablonów stosowanych w technologii montażu powierzchniowego. Urządzenie zaprezentowano na Międzynarodowych Targach Poznańskich 2008, gdzie otrzymało Złoty Medal w kategorii transferu wyników badań naukowych do praktyki gospodarczej. Można również wspomnieć o ekspertyzie dotyczącej innowacyjności cięcia elementów kamiennych wodą pod wysokim ciśnieniem.

W **Ośrodku O4** należy wspomnieć o udziale w zakończonym w 2008 r. dużym interdyscyplinarnym projekcie zamawianym, którego koordynatorem był prof. J. Kiciński. Projekt dotyczył szeroko rozumianych zagadnień związanych z diagnostyką symulacyjną maszyn wirnikowych, ze szczególnym uwzględnieniem turbozespołów dużej mocy. Opracowane prototypowe moduły zintegrowanego, dynamicznego systemu oceny ryzyka, diagnostyki oraz sterowania dla obiektów i procesów technicznych (DIADYN) są w fazie intensywnego testowania. Głównym efektem końcowym tego projektu jest metodologia opracowywania „inteligentnych” systemów zarządzania dla tzw. fabryk przyszłości, w tym prototyp

*to carrying out metal models used in the technology of surface assembly. The device has been presented at the International Poznan Fair 2008, where it received a gold medal in the category of transfer of scientific results into industrial applications. There could also be mentioned the expertise regarding the innovation of cutting of stone elements with water under high pressure.*

*At the **Centre O4** there ought to be mentioned participation in a large interdisciplinary requested project, completed in 2008, coordinated by Prof. J. Kicinski. The project was dealing with widely comprehended problems related to simulation diagnostics of rotating machinery with particular consideration of large power turbosets. Developed prototype modules of integrated, dynamical system of risk assessment, diagnostics and control for the objects and technical processes (DIADYN) are in the phase of intense testing. The main final effect of that project is a methodology of elaboration of "intelligent" management systems for the so called "factories of the future", including a prototype of hybrid, dynamical diagnostic-expert system, combining elements of risk assessment, control of safety at work, dynamic, thermal-hydraulic and material diagnostics. In cooperation with Boeing Research & Tech. Europe investigated were possibilities of application of piezoelectric transducers distributed in a rosette system for monitoring of aircraft constructions and possibilities of sending and recording of longitudinal and shearing*

hybrydowego, dynamicznego systemu diagnostyczno-doradczego łączącego elementy oceny ryzyka, kontroli bezpieczeństwa pracy, diagnostyki dynamicznej, przepływowo-ciepłej oraz materiałowej. We współpracy z Boeing Research & Tech. Europe zbadano możliwości zastosowania piezoelektryków rozmieszczonych w układzie rozetowym do monitorowania konstrukcji lotniczych oraz możliwości wysyłania i rejestrowania fal podłużnych i ścinających przez przetworniki wykonane z włókien piezoelektrycznych (*Micro Fibre Composites*), a w przyszłości wykorzystania ich do pasywnego tłumienia drgań belkowych elementów konstrukcji (zespół prof. W. Ostachowicza). Na potrzeby firmy Alstom Power opracowano modele numeryczne, wykorzystujące metody elementów i objętości skończonych, do obliczeń termodynamicznych, termicznych i wytrzymałościowych turbin (zespół prof. R. Rządковского).

## 6. Współpraca zagraniczna w roku 2008

1. porozumienia dwustronne zawarte przez Instytut 25
2. współpraca z instytutami zagranicznymi bez zawartego porozumienia 30
3. tematy realizowane we współpracy z zagranicą 25.

*waves by transducers manufactured from piezoelectric fibres (Micro Fibre Composites), and in the future their utilization for passive damping of beam vibrations of structural elements (group led by prof. W. Ostachowicz). For the needs of Alstom Power developed have been numerical models, utilizing finite element and finite volume methods, for calculations of thermodynamical, thermal and strength of turbines (group led by R. Rządkowski).*

## 6. International co-operation in 2007

1. *within bilateral agreements on cooperation* 25  
*foreign instit.*
2. *without agreements on cooperation* 30  
*foreign instit.*
3. *topics realized in the frame of international cooperation* 25.

Międzynarodowe projekty badawcze  
(6 PR UE + 7PR UE):

1. UFAST – Niestacjonarne efekty w oderwaniu wywołanym falą uderzeniową (IMP PAN – koordynator), 2005-2009;
2. SHM IN ACTION – Monitorowanie stanu technicznego konstrukcji w procesie eksploatacji, 2006-2009;
3. AITEB-2 – Badania cieplno-przepływowe turbinowych ścian ograniczających i łopatek (pr. GROWTH), 2005-2009;
4. TLC – W kierunku uboższego spalania, 2005-2009;
5. FLIRET – Badania przy rzeczywistych liczbach Reynoldsa, 2005-2008;
6. SHAPES – Działania na rzecz promocji efektywnych rozwiązań w Małej Energetyce Wodnej, 2007-2009.

Inne projekty międzynarodowe: Umowa z Electricite de France, od 2000 r.

## 7. Działalność dydaktyczna i szkoleniowa

Pracownicy Instytutu oprócz szkolenia własnej kadry naukowej, np. prowadzenie przewodów doktorskich czy opieka nad przewodami habilitacyjnymi, zaangażowani są w szkolenie kadry wywodzącej się z innych instytucji i przedsiębiorstw gospodarki. Głównie chodzi tu o opiekę nad pracami magisterskimi i doktorskimi. Część kadry Instytutu prowadzi zajęcia dydaktyczne na wyższych uczelniach całej Polski Północnej. Wśród nich należy

*International research projects  
(6 FP+7FP):*

1. *UFAST – Non-stationary effects in separation induced by a shock wave (IMP PAN - coordinator), 2005-2009;*
2. *SHM IN ACTION – Monitoring of technical state of structures in operations process, 2006-2008;*
3. *AITEB-2 – Thermal-hydraulic investigations of constraining turbine walls and blades (GROWTH), 2005-2009;*
4. *TLC – Towards low-oxygen combustion, 2005-2009;*
5. *FLIRET – Research at real Reynolds numbers, 2005-2008;*
6. *SHAPES – Activities on promotion of effective solutions in small hydropower, 2007-2009.*

*Other international projects: contract with Electricite de France, since 2000.*

## 7. Teaching and training activities

*The Institute staff, apart from supervision of in-house research staff, such as supervision of doctoral or habilitational studies, were involved in education of staff from other institutions and industry. The supervision of Master of Science and Doctor of Philosophy studies is primarily considered here. Part of the Institute staff was also involved teaching activities at universities of the entire Northern Poland. Mentioned here should be Gdansk University of Technology, Warmia and Mazury University*

wymienić: Politechnikę Gdańską, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Politechnikę Koszalińską oraz Akademię Morską w Gdyni. Zajęcia dydaktyczne prowadzone są w ramach zawartych umów między właściwymi instytucjami, jak i na podstawie umów indywidualnych. Każdego roku w Instytucie odbywają się praktyki studentów uczelni krajowych. W roku sprawozdawczym było 12 praktykantów, 1 stażysta i 15 magistrantów. Ogółem w różnych formach kształcenia uczestniczyło 67 osób. Systematycznie organizowane są seminaria naukowe przez poszczególne Zakłady IMP PAN. Poniższe zestawienie ilustruje aktywność Instytutu w dziedzinie dydaktyki i szkoleń:

1. promotorstwo prac doktorskich 39,
2. liczba pracowników prowadzących zajęcia na wyższych uczelniach 18,
3. liczba pracowników prowadzących zajęcia na szkoleniach i kursach 4,
4. liczba stażystów prowadzonych przez pracowników Instytutu 1,
5. studenci odbywający praktyki w Instytucie 12.

Jarosław Mikielewicz  
Jarosław Frączak

*in Olsztyn, Technical University of Koszalin, Marine Academy in Gdynia. Teaching activities are carried out in the frame of agreements between respective institutions or individual contracts. Traditionally, the Institute runs the student practice scheme with other domestic universities. In the reporting year there were 12 trainee students, 1 assistant and 15 post-graduate students visiting the Institute. In total 67 persons participated in different forms of education. Scientific seminars are organised on regular basis by particular Divisions of the Institute. Presented below is a table illustrating the Institute activity in the area of education:*

1. *supervision of PhD studies* 39,
2. *No. of staff undertaking teaching at higher education institutions* 18,
3. *No. of staff undertaking teaching at courses* 4,
4. *No. of trainees supervised by the Institute staff* 1,
5. *No. of students with placements at the Institute* 12.

*Translated by Dariusz Mikielewicz*