



Profesor
JAROSŁAW MIKIELEWICZ

DOKTOR HONORIS CAUSA

POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

KOSZALIN 2009

Profesor Jarosław Mikielewicz
Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Profesor Jarosław Mikielewicz

**Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej**

10 czerwca 2009

Koszalin 2009

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

ISBN 978-83-7365-169-2

Przewodniczący Uczelnianej Rady Wydawniczej
Bronisław Słowiński

Redakcja
Tadeusz Bohdal, Henryk Charun

Korekta
Jolanta Grzybowska

Projekt okładki
Tadeusz Walczak

Skład, łamanie
Andrzej Markiewicz

© Copyright by Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
Koszalin 2009

WYDAWNICTWO UCZELNIANE POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
75-620 Koszalin, ul. Raławicka 15-17

Koszalin 2009, wyd. I, ark. wyd. 3,1, format B-5, nakład 250 egz.
Druk: EXPOL Włocławek



Profesor Jarosław Mikielwicz
Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA

Prof. dr hab. inż. Tomasz Krzyżyński
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej

SŁOWO WSTĘPNE

Prof. dr hab. inż. Leon Kukielka
Dziekan Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej

UZASADNIENIE WNIOSKU

o nadanie Profesorowi Jarosławowi Mikielwiczowi
tytułu i godności Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

w sprawie nadania tytułu

Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej
Profesorowi Jarosławowi Mikielwiczowi

LAUDATIO

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal
Promotor

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Prof. dr hab. inż. Jan Taler
OPINIA DLA SENATU POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak
OPINIA DLA SENATU POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Wójs
OPINIA DLA SENATU POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

WYSTĄPIENIE DOKTORA HONORIS CAUSA

PRZEDMOWA

Oddajemy do Państwa rąk publikację, związaną z nadaniem prof. dr. hab. inż. Jarosławowi Mikielewiczowi tytułu i godności Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej.

Profesor Jarosław Mikielewicz jest wybitnym naukowcem polskim, którego osiągnięcia są znane i cenione w największych ośrodkach światowych. Jest autorytetem naukowym w dziedzinie mechaniki, techniki cieplnej i energetyki, autorem bardzo dużej liczby publikacji, a oryginalne rozwiązania naukowe zaproponowane przez Profesora przeszły już do kanonów klasyki tych dziedzin wiedzy. Prace Profesora dotyczą szerokiego zakresu zagadnień, począwszy od podstaw termodynamiki aż do jej zastosowań w energetyce źródeł odnawialnych. Profesor jest twórcą polskiej szkoły mechaniki płynów, zwłaszcza w obszarze przepływów wielofazowych. Zawsze chętnie jest zapraszany do komitetów naukowych i organizacyjnych kongresów i sympozjów organizowanych w kraju i za granicą, a dotyczących szeroko pojętych problemów współczesnej energetyki.

Profesor Jarosław Mikielewicz jest wieloletnim dyrektorem naczelnym Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku. Z koszalińskim środowiskiem akademickim związany jest od 36 lat przede wszystkim jako nauczyciel akademicki, wspała dydaktyk, konsultant wielu prac naukowych powstałych w tym ośrodku. Zawsze jest traktowany jako Przyjaciół młodzieży, nasz autorytet naukowy i moralny oraz wspała Człowiek.

Niniejsza publikacja zawiera uzasadnienie wniosku Rady Wydziału Mechanicznego występującej o nadanie godności honorowej, Uchwałę Senatu Politechniki Koszalińskiej, laudację promotora – prorektora Politechniki Koszalińskiej prof. dr. hab. inż. Tadeusza Bohdała, opinie czciogodnych recenzentów w osobach profesorów Jana Talera z Politechniki Krakowskiej, Tadeusza Chmielniaka z Politechniki Śląskiej oraz Kazimierza Wójca z Politechniki Wrocławskiej, a także uchwały senatów wymienionych uczelni popierających inicjatywę Politechniki Koszalińskiej.

Książkę zamyka wykład Profesora Jarosława Mikielewicz nt. „Domowy kocioł z mikroelektrownią”.

SŁOWO WSTĘPNE

**Czcigodny Doktorze Honorowy,
Wysoki Senacie,
Dostojni Goście,
Panie i Panowie**

Dynamiczny rozwój cywilizacji wymaga zabezpieczenia populacji ludzkiej w dwa podstawowe dobra, jakimi są żywność i energia. Priorytety te spowodowały, że XX wiek zapisał się w historii dziejów jako wyjątkowy i przełomowy. W ubiegłym stuleciu „wyprodukowano i skonsumowano” tyle energii, ile było potrzeba w pierwszych 1900 latach ery nowożytnej. Jest to porównanie porażające swoją wielkością, skłaniające do postawienia pytania, czy nie została przekroczona pewna dopuszczalna granica. Z jednej strony odnotowuje się postęp cywilizacyjny mierzony olbrzymim postępem technicznym, a z drugiej – pojawiają się zagrożenia i dążenie do pewnego stanu równowagi. Wśród zagrożeń trzeba wymienić wyczerpywanie, z dużym natężeniem, nieodnawialnych źródeł energii czy też zanieczyszczenie środowiska naturalnego na niewyobrażalną skalę. Z takim bagażem cywilizacyjno-energetycznym weszliśmy w XXI wiek, a Polska także do Unii Europejskiej.

Problemy współczesnego świata muszą być nie tylko dobrze rozumiane przez społeczeństwo europejskie i światowe, ale trzeba wskazać im skuteczne metody wyjścia z takiego impasu. Do tego potrzebne są autorytety naukowe, wiarygodne klasą swoich dokonań opartych na wiedzy, których głos dotrze do wszystkich, nawet sceptyków. Nie mam żadnych wątpliwości, że należy do nich nasz Czcigodny Doktor Honorowy Politechniki Koszalińskiej – profesor dr hab. inż. Jarosław Mikielewicz – członek korespondent PAN, także Doktor Honoris Causa Politechniki Krakowskiej, dyrektor Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku.

Nie ma innej metody, aby poznać tajniki współczesnej energetyki tylko poprzez rzetelną i głęboką wiedzę w zakresie: termomechaniki, wymiany ciepła i szeroko pojętej gospodarki energetycznej. Profesor Jarosław Mikielwicz jest wybitnym naukowcem w tych dziedzinach, uznany autorytetem we wszystkich ośrodkach krajowych i w największych światowych. Propozycje jego rozwiązań technicznych znalazły swoje urzeczywistnienie w bardzo wielu konkretnych zastosowaniach. Ogromna liczba publikacji Profesora zachwyca nie tylko ilością, ale przede wszystkim głębią naukowych dociekań.

Profesor Jarosław Mikielwicz wyróżnia się także wrodzonym talentem łączącym cechy wybitnego naukowca oraz doskonałego dydaktyka i organizatora życia akademickiego. Jest niewątpliwie twórcą polskiej szkoły energetyków o dokonaniach w skali światowej. Jednocześnie jest wielkim przyjacielem naszej uczelni i naszym Profesorem. Słowa te niech będą wyrazem wdzięczności, jakie żywi koszalińskie środowisko akademickie, najpierw Wyższej Szkoły Inżynierskiej, a następnie Politechniki Koszalińskiej, z którym przez ostatnich 36 lat aktywnie współpracował naukowo i dydaktycznie. Wyrażam przy tym głęboką nadzieję, że Profesor nie odmówi kontynuacji tej współpracy.

Profesor Jarosław Mikielwicz wpisał się na trwałe w środowisko naszej Uczelni. Nadanie mu godności Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej ma zaświadczyć i uczynić, aby wartość ta stała się nieprzemijającą.

Prof. dr hab. inż. Tomasz Krzyżyński
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej

Prof. dr hab. inż. Leon Kukiełka
Dziekan Wydziału Mechanicznego
Politechniki Koszalińskiej

UZASADNIENIE WNIOSKU

o nadanie tytułu i godności Doktora Honoris Causa Profesorowi
Jarosławowi Mikieliewiczowi

Godność i tytuł *Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej* nadawany jest osobom wybitnym, które swoją wiedzą, inteligencją i nieprzeciętnym twórczym działaniem osiągnęły nie tylko wszystkie dostępne szczeble kariery zawodowej, ale również stały się autorytetami naukowymi i moralnymi, godnymi naśladowania.

W gronie dotychczasowych laureatów, którym uczelnia przyznała te zaszczytne tytuły, są osoby, które nie szczędząc swoich sił przyczyniły się do tworzenia nowego oblicza współczesnego świata w różnych dziedzinach. Nasi doktorzy honorowi byli i są promotorami postępu cywilizacyjnego, a postępu technicznego w szczególności. Potrzeba nam takich wzorców, na których studiująca młodzież akademicka będzie opierać system wartości zawodowych i życiowych w ogóle.

W obrazie idealnego laureata tej godności widzi się człowieka wybitnego, o nieprzeciętnych zdolnościach i talencie, kierującego się troską o dobro innych i całego społeczeństwa. Profesor Jarosław Mikieliewicz doskonale wpisuje się w ten obraz. Jest niekwestionowanym autorytetem w dziedzinie szeroko pojętej energetyki nie tylko w skali polskiej, lecz przede wszystkim światowej. W koszalińskim środowisku akademickim jest znanym i cenionym nauczycielem, inspiratorem i promotorem wielu prac naukowych oraz wspaniałym człowiekiem. Przebywanie w jego gronie jest prawdziwą przyjemnością.

Wnioskodawcą przyznania Profesorowi Jarosławowi Mikieliewiczowi zaszczytnej godności Doktora Honoris Causa jest Wydział Mechaniczny Politechniki Koszalińskiej, któremu Profesor poświęcił wiele lat pracy.

Prof. dr hab. inż. Jarosław Mikielewicz urodził się 10 kwietnia 1941 roku w Wilnie. W 1946 roku przeniósł się z rodzicami do Gdańska, gdzie ukończył szkołę podstawową oraz VII Liceum Ogólnokształcące. Po ukończeniu szkoły średniej rozpoczął w 1959 roku studia na Wydziale Maszynowym Politechniki Gdańskiej, uzyskując w 1964 roku stopień magistra inżyniera mechanika w specjalności maszyny cieplne tłokowe. Już w 1962 roku, będąc jeszcze studentem, otrzymał od prof. Jana Madejskiego, kierownika Katedry Podstaw Techniki Ciepłej Politechniki Gdańskiej, propozycję pracy w charakterze asystenta-stażysty. Bezpośrednio po ukończeniu studiów podejmuje w 1964 r. pracę na stanowisku asystenta w tej katedrze, a następnie od 1965 roku zostaje zatrudniony w Instytucie Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku na stanowisku asystenta w Zakładzie Termodynamiki i Wymiany Ciepła. Instytut Maszyn Przepływowych PAN jest do dzisiaj podstawowym miejscem pracy Profesora – to już 45 lat.

Na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej pt. *„Analiza możliwości zastosowania płynnych żeber w wysokotemperaturowym rekuperatorze różnociśnieniowym”*, której promotorem był prof. Jan Madejski, Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej nadała (w 1968 r.) prof. J. Mikielewiczowi stopień naukowy doktora nauk technicznych. Praca ta została nie tylko wyróżniona przez Radę Wydziału Budowy Maszyn, ale uzyskała w 1971 roku nagrodę Wydziału IV Polskiej Akademii Nauk. W roku 1969 otrzymał nominację na stanowisko adiunkta w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN. Należy podkreślić, że od tego czasu datuje się nawiązanie ścisłej współpracy naukowej prof. J. Mikielewicza z prof. Robertem Szewalskim (ówczesnym dyrektorem instytutu), zwłaszcza w dziedzinie rozwijania koncepcji i zastosowania siłowni dwuczynnikowych. Ta bardzo owocna współpraca naukowa trwała nieprzerwanie do śmierci prof. R. Szewalskiego i dotyczyła bardzo wielu kierunków badań naukowych w energetyce.

Swój dorobek naukowy, dotyczący zwłaszcza generacji pary w obiegu dwuczynnikowym typu woda – freon, podsumował Profesor w rozprawie habilitacyjnej pt. *„Wybrane zagadnienia generacji pary czynnika nisko-*

wrzącego w obiegu dwuczynnikiem”, na podstawie której Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej nadała Mu 12 czerwca 1972 roku stopień naukowy doktora habilitowanego. W tym roku kończył 31 lat i został powołany na stanowisko kierownika Zakładu Termodynamiki i Wymiany Ciepła w Instytucie Maszyn Przepływowych. W roku 1973, wówczas docent J. Mikielawicz, zostaje zatrudniony na 1/2 etatu w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie w Zakładzie Termodynamiki i Energetyki Ciepłej. Przez następnych 35 lat współpracował i nadal współpracuje naukowo i dydaktycznie z pracownikami tej jednostki oraz z naszą Uczelnią.

Rada Państwa, Uchwałą z dnia 13 września 1979 r., nadała, 38-letniemu wówczas docentowi tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego, natomiast w grudniu 1990 r., w wyniku pozytywnie zaopiniowanego przez Centralną Komisję Kwalifikacyjną przewodu, sekretarz Akademii Nauk powołał Go na stanowisko profesora zwyczajnego. Rada Naukowa IMP PAN wybrała prof. J. Mikielawicza w 1992 roku na stanowisko zastępcy dyrektora ds. naukowych, natomiast w 1998 roku został wybrany na stanowisko dyrektora naczelnego instytutu i pełni tę funkcję do dnia dzisiejszego.

W latach 1981–1982 Profesor J. Mikielawicz przebywał, jako Visiting Professor, w Brown University w USA, zaś w 1986 roku był na stypendium DAAD w czterech uniwersytetach niemieckich, a w 1988 roku w trzech uniwersytetach amerykańskich, w ramach współpracy z Amerykańską Akademią Nauk. W roku 1991, na zaproszenie McMaster University, prowadził przez miesiąc wykłady w kilku uniwersytetach kanadyjskich. Odnotować też należy Jego staże naukowe, między innymi: w Instytucie Fizyki Ciepła AN ZSRR w Nowosybirsku, w Instytucie Wymiany Ciepła i Masy w Mińsku oraz w Uniwersytecie Delaware, University Michigan i Massachusetts Instytut of Technology w USA. Prof. J. Mikielawicz był także zapraszany przez najważniejsze ośrodki naukowe i akademickie b. ZSRR, USA, Wielkiej Brytanii, RFN, Francji i Kanady.

Od ukończenia w 1964 r. studiów magisterskich Kandydat pracował na wszystkich stanowiskach, to znaczy: asystenta-stażysty, asystenta, st. asystenta, adiunkta, docenta, prof. nadzwyczajnego i zwyczajnego. Charakteryzując całokształt działalności prof. Jarosława Mikielawicza, trzeba

podkreślić, że z powodzeniem łączy działalność naukową z dydaktyczną i może pod tym względem stanowić wzorcową do naśladowania postawę naukowca.

Wśród bardzo wielu kierunków działalności naukowej Profesora Jarosława Mikieliewicza można wyróżnić następujące:

- analiza nowych obiegów termodynamicznych siłowni różnych typów,
- problemy wrzenia w przepływie czynników stosowanych w maszynach i urządzeniach energetycznych w szerokim zakresie ich wykorzystania (od urządzeń chłodniczych do reaktorów jądrowych włącznie),
- zagadnienia stabilności przepływów dwufazowych typu para-ciecz w kanałach, z uwzględnieniem przepływów krytycznych,
- problemy odparowania w cienkich warstwach cieczy oraz bezpośredniej kondensacji pary na przechłodzonych powierzchniach,
- zagadnienia wymiany ciepła w warunkach konwekcji swobodnej, w tym problemy fizyki zjawisk w termosyfonach i diodach cieplnych jedno- i dwufazowych,
- analiza pracy niekonwencjonalnych urządzeń, w których mają zastosowanie zagadnienia konwersji energii, w tym problemy kolektorów słonecznych i ich wykorzystania w warunkach polskich.

Dorobek naukowy Profesora obejmuje co najmniej 250 opublikowanych prac naukowych, w tym: 3 monografie, 9 podręczników akademickich, 2 rozprawy, ponad 170 artykułów (w tym w czasopismach zagranicznych o zasięgu międzynarodowym). W okresie 2004–2008, tj. od uzyskania tytułu *Doktora Honoris Causa Politechniki Krakowskiej*, opublikował 78 artykułów i był promotorem 2 zakończonych przewodów doktorskich. Miarą osiągnięć naukowych i uznania w środowiskach naukowych jest fakt, że publikacje Kandydata były dotychczas cytowane przeszło 160 razy, przy czym cytowania dotyczą oryginalnych rozwiązań analitycznych, zwłaszcza problemów wymiany ciepła i masy, a także wyników badań eksperymentalnych.

Trzy pozycje zwarte, opublikowane przez prof. J. Mikieliewicza, znalazły szerokie uznanie i są traktowane jako prace o charakterze fundamentalnym w literaturze technicznej:

- 1995 r. – monografia pt.: „*Modelowanie zjawisk przepływowych*”; wyd. Ossolineum, Wrocław; seria Maszyny Przepływowe, tom 17, jest to kompendium obecnego stanu wiedzy w zakresie zjawisk transportu masy, pędu i energii;
- 1998 r. – monografia pt.: „*Ruch i wymiana ciepła cienkich warstw cieczy*” (współautor: prof. Marian Trela); praca obejmująca całokształt zagadnień ruchu ciepła w cienkich warstwach na powierzchni ciała stałego; wyd. Ossolineum, seria Maszyny Przepływowe, tom 23;
- 1998 r. – monografia pt.: „*Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii*” (współautor: prof. Janusz T. Cieśliński), wyd. Ossolineum, tom 24, Wrocław; unikalne opracowanie dotyczące konwersji energii w niekonwencjonalnych urządzeniach wykorzystujących także odnawialne źródła energii.

W działalności naukowo-badawczej prof. J. Mikielewicz nie można pominąć istotnej działalności o charakterze aplikacyjnym. Należy tu wymienić opracowania techniczne samodzielne i zespołowe, takie jak: koncepcje rozwoju turbin – na zlecenie ZAMECH-u w Elblągu, opracowania wykonane dla przemysłu okrętowego, w tym dla stoczni w Gdańsku i Gdyni, ekspertyzy dla Centrum Techniki Okrętowej, dla KLIMOR-u i PBUCH-u w Gdyni, koncepcyjne rozwiązania techniczne kolektorów słonecznych w zastosowaniu, między innymi w rolnictwie.

Prof. J. Mikielewicz był dotychczas promotorem 16 zakończonych przewodów doktorskich, recenzentem 30 rozpraw doktorskich i kilkunastu rozpraw habilitacyjnych. Pod jego kierownictwem naukowym pięciu doktorantów zagranicznych zrealizowało prace doktorskie (jedna z prac doktorskich była obroniona w Manchester University, a jedna w Królewskim Instytucie Technologii w Sztokholmie). Prof. J. Mikielewicz był opiniodawcą dorobku co najmniej 12 kandydatów do tytułu profesora.

Wśród osiągnięć dydaktycznych należy wyróżnić oryginalny, autorski cykl wykładów z takich przedmiotów, jak: mechanika ośrodków ciągłych oraz termodynamika na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej w Politechnice Gdańskiej, a także wykłady z termodynamiki, mechaniki płynów oraz wymiany ciepła i masy prowadzone w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, a następnie w Politechnice Koszalińskiej.

Kandydat prowadził przez wiele lat wykłady na Studium Doktoranckim w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, również dla personelu inżynierskiego „Energoprojekt” w Gdańsku oraz wykłady dla młodych pracowników nauki z „Teorii eksperymentu”.

W dorobku dydaktycznym prof. J. Mikieliewicza odnotować należy opublikowanie 9 pozycji w postaci podręczników akademickich i skryptów.

Wśród osiągnięć organizacyjnych Profesora Jarosława Mikieliewicza trzeba podkreślić następujące:

- w latach 1972–1992 kierownik Zakładu Naukowego Termodynamiki i Wymiany Ciepła IMP PAN; od 1992 r. – zastępca dyrektora instytutu ds. naukowych; od 1998 r. – dyrektor naczelny IMP PAN w Gdańsku;
- członek korespondent Polskiej Akademii Nauk – Wydział IV Nauk Technicznych;
- wiceprezes Gdańskiego Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku;
- jest wieloletnim członkiem Rady Naukowej IMP PAN, a także był członkiem Rady Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej oraz Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej, członek Rady Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, członek Rady Naukowo-Technicznej Ośrodka Badawczo-Rozwojowego w Bydgoszczy, Rady Naukowej Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku oraz Instytutu Energetyki w Warszawie;
- przez trzy kolejne kadencje pełnił funkcje przewodniczącego Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN;
- członek Komitetu Problemów Energetyki przy Prezydium PAN;
- członek Sekcji Mechaniki Płynów KM PAN;
- członek Rady Naukowej Międzynarodowego Instytutu Chłodziarstwa w Paryżu;
- członek Gdańskiego Towarzystwa Naukowego;
- przez dwie kadencje członek Komitetu Badań Naukowych;
- członek Centralnej Komisji ds. Tytułów i Stopni Naukowych;
- delegat Polski do V Ramowego Programu UE w Komisji „Energia”;
- organizator i współorganizator Letnich Szkół „Przepływów Dwufazowych”;

- członek Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej konferencji „Baltic Heat Transfer Conference” i wielu innych;
- recenzent bardzo wielu prac publikowanych w międzynarodowych czasopismach.

Prof. dr hab. inż. J. Mikielewicz otrzymał następujące odznaczenia

- Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski;
- Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski;
- Doktor Honoris Causa Politechniki Krakowskiej;
- a także nagrody:
 - Nagroda Wydziału IV PAN za wyróżnioną pracę doktorską;
 - Nagroda Sekretarza PAN za kierowanie oraz udział w pracy pt. „*Modele zjawisk występujących w przepływach dwufazowych*”;
 - Nagroda naukowo-organizacyjna Sekretarza Wydziału Nauk Technicznych PAN za organizację prac w Komitecie Termodynamiki i Spalania PAN;
 - Nagroda za wybitne osiągnięcia w zakresie przepływów dwufazowych; i wyróżnienia honorowe:
 - Złota Odznaka Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej;
 - Srebrny Medal Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej;
 - Medal 75-lecia Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni;
 - Medal im. Stanisława Ochęduszek – Politechnika Śląska;
 - Medal „Zasłużony dla WSiInż. Koszalin”;
 - Odznaka Honorowa „Za zasługi dla rozwoju woj. koszalińskiego”

Profesor Mikielewicz posiada udokumentowane wieloletnie zasługi na rzecz naszej Uczelni:

- rozpoczął owocną, długoletnią współpracę z naszą uczelnią od dnia 1 października 1973 roku, to znaczy trwa ona już 36 lat. W tym okresie przez ponad 20 lat był zatrudniony, jako nauczyciel akademicki, na stanowiskach docenta i profesora, uprzednio w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, a następnie w Politechnice Koszalińskiej.
- udokumentowana działalność naukowa Profesora obejmuje jego osiągnięcia w rozwoju i kształceniu kadry, a w szczególności: na wniosek

Rady Wydziału Mechanicznego opracował recenzję dorobku naukowo-badawczego i dydaktyczno-wychowawczego w związku z postępowaniem o nadanie tytułu profesora zwyczajnego, recenzował cztery prace habilitacyjne oraz 5 prac doktorskich, których przewody zakończono na Wydziale Mechanicznym; był promotorem jednej pracy doktorskiej obronionej na tym wydziale. Prof. J. Mikieliewicz recenzował 2 podręczniki, 4 monografie oraz 6 skryptów opracowanych przez pracowników naukowych wydziału. Recenzował również opracowania naukowe na innych wydziałach uczelni. Brał czynny udział i służył konsultacją naukową w 5 projektach badawczych finansowanych przez KBN, a prowadzonych w Politechnice Koszalińskiej.

- w okresie etatowej działalności nauczyciela akademickiego prowadził zajęcia w Zakładzie Termodynamiki i Energetyki Ciepłej w czasach WSInż., a następnie w Katedrze Techniki Ciepłej i Chłodnictwa. Prowadził wykłady w bloku tematycznym „Termomechanika”, obejmującym takie przedmioty, jak: termodynamika techniczna, termodynamika silnika spalinowego, mechanika płynów, wymiana ciepła, spalanie – na studiach dziennych oraz niestacjonarnych. Niektóre zajęcia były również częściowo prowadzone w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku i cieszyły się zawsze uznaniem ze strony słuchaczy, tak jak wszystkie zajęcia prowadzone przez Profesora.
- jest współautorem dwóch oryginalnych skryptów dydaktycznych poświęconych termodynamice i wymianie ciepła, które zostały opublikowane przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Z opracowań tych korzystają również studenci innych uczelni.
- Prof. Jarosław Mikieliewicz, w dotychczasowym okresie swojej współpracy z Uczelnią, dał się poznać, jako niekwestionowany autorytet naukowy w naszym środowisku akademickim. Trzeba podkreślić, że zawsze służył i służy pomocą wszystkim pracownikom wydziału i uczelni, niezależnie od wieku i stopnia naukowego. Pobyt prof. J. Mikieliewicza w Koszalinie zawsze był i jest okazją do zorganizowania zajęć seminaryjnych dla pracowników lub wymiany poglądów dotyczących różnych spraw, nie tylko naukowych.

W podsumowaniu

Biorąc pod uwagę:

- wybitne, doceniane w kraju i na świecie, osiągnięcia naukowe Profesora w dziedzinie termodynamiki i w dziedzinach pokrewnych, związanych z energetyką w zakresie badań teoretycznych i eksperymentalnych,
- znaczące osiągnięcia w organizacji nauki w Polsce,
- uznany i niekwestionowany autorytet w naukowych ośrodkach krajowych i zagranicznych,
- ogromny wkład w kształcenie kadry w wielu ośrodkach akademickich oraz innych placówkach naukowo-badawczych;
- Profesor jest Doktorem Honoris Causa Politechniki Krakowskiej (2004),
- ma udokumentowane zasługi na rzecz rozwoju i autorytetu Politechniki Koszalińskiej i wielkie uznanie w koszalińskim środowisku akademickim

należy zaliczyć Profesora Jarosława Mikieliewicza do grona wybitnych uczonych w dziedzinie energetyki cieplnej, ze szczególnym podkreśleniem termodynamiki. Przyznanie Mu tytułu Doktora Honoris Causa jest w pełni uzasadnione.





UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

Nr 6/2006 z dnia 18 marca 2009 r. w sprawie nadania tytułu
Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej
Profesorowi Jarosławowi Mikielwiczowi

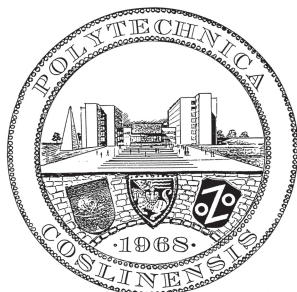
Na podstawie art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 164, poz. 1365 z późn. zm.) i § 26 Statutu, Senat Politechniki Koszalińskiej, po wysłuchaniu opinii senatów Politechniki Krakowskiej, Politechniki Śląskiej oraz Politechniki Wrocławskiej,

nadaje

Profesorowi Jarosławowi Mikielwiczowi
tytuł Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

Rektor

prof. dr hab. inż.
Tomasz Krzyżyński





W IMIENIU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
MY
REKTOR I SENAT POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

ZA WSPÓLNĄ ZGODĄ SENATÓW
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
I
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
I
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

NADALIŚMY
PROFESOROWI ZWYCZAJNEMU NAUK TECHNICZNYCH
DOKTOROWI HABILITOWANEMU INŻYNIEROWI

JAROSŁAWOWI MIKIELEWICZOWI

CZŁONKOWI KORESPONDENTOWI PAN,
DOKTOROWI HONORIS CAUSA,

WYBITNEMU SPECJALIŚCIE W ZAKRESIE MECHANIKI,
TECHNIKI CIEPLNEJ I ENERGETYKI,
NAUCZYCIELOWI I WYCHOWAWCY KADR NAUKOWYCH I STUDENTÓW,
ZASŁUŻONEMU DLA INTEGRACJI KRAJOWEGO I EUROPEJSKIEGO
ŚRODOWISKA AKADEMICKIEGO

W UZNANIU OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWEJ I DYDAKTYCZNEJ
ORAZ ZASŁUG DLA ROZWOJU NAUKI I TECHNIKI

ZASZCZYTNY TYTUŁ, PRAWA I PRZYWILEJE Z NIM ZWIĄZANE

DOKTORA HONORIS CAUSA

I W DOWÓD WIARYGODNOŚCI TEGO WYDARZENIA NINIEJSZY DYPŁOM
OPATRZONY PIECZĘCIĄ POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ WYSTAWILIŚMY

KOSZALIN, DNIA 10 CZERWCA 2009 ROKU

PROMOTOR
TADEUSZ BOHDAL

REKTOR
TOMASZ KRZYŻYŃSKI

QUOD FELIX FAUSTUM



FORTUNATUMQUE SIT

NOMINE REIPUBLICAE POLONAE
NOS
RECTOR SENATUSQUE COSLINAE POLYTECHNICAЕ

CUM COMMUNI CONSENSU SENATUUM
POLYTECHNICAЕ CRACOVIE NSIS
ET
POLYTECHNICAЕ SILESICAЕ
ET
POLYTECHNICAЕ WRATISLAVIE NSIS

DEDIMUS
PROFESSORI REGULARI TECHNICARUM SCIENTIARUM
DOCTORI HABILITATO INGENIARIO

IAROSLAO MIKIELEWICZ

ACADEMIAE SCIENTIARUM POLONAE SOCIO EPISTOLARIO,
DOCTORI HONORIS CAUSA,
PRAECELLENTI EXPERTO IN MACHINALI SCIENTIA,
ARTE TECHNICA CALORICA ET ENERGETICA
MAGISTRO ATQUE PRAECEPTORI DOCTORUM ET STUDENTIU M
AD REGIONALEM NEC NON EUROPEICAM SOCIETATEM ACADEMICAM
INTEGRANDAM MERITO

EIUS IN STUDIIS ATQUE DIDACTICA SUCCESSUS
ATQUE AD SCIENTIAE ET TECHNICAЕ PROGRESSUM MERITA CENSENTES

DECORUM TITULUM, IURA ET PRIVILEGIA HUIC TITULO ATTINENTIA

HONORIS CAUSA DOCTORIS

ET PRO VERITATIS HUIUS EVENTUS TESTIMONIO HOC DIPLOMA
SIGILLO COSLINAE POLYTECHNICAЕ CORROBORATUM EDIDIMUS

COSLINO, DIE X MENSIS IUNII ANNO MMIX

PROMOTOR
TADEUSZ BOHDAL

RECTOR
TOMASZ KRZYŻYŃSKI

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal

Promotor

LAUDATIO

Czcigodny Doktorze Honorowy!

Magnificencjo Rektorze!

Wysoki Senacie!

Szanowni Goście!

Szanowni Pracownicy Uczelni!

Drodzy Studenci!

Dzień uroczystego wręczenia zaszczytnego tytułu Doktora Honoris Causa Wielkiemu Uczonemu, jest dniem szczególnym, zarówno dla wyróżnionej osobistości, jak i całej społeczności akademickiej. W tym bowiem dniu wyróżniamy najlepszego wśród najlepszych. Wyróżniamy wybitnego uczonego, nauczyciela, organizatora, ale przede wszystkim niezwykłego człowieka. Jestem dumny i szczęśliwy, że mogę uczestniczyć w tak wielkim i niezwykłym wydarzeniu. To dla mnie wielki zaszczyt i wyróżnienie. Zadaniem promotora jest dowieść, że przyznawany dziś tytuł jest w pełni zasłużony. Mając na uwadze niekwestionowane zasługi laureata, moje zadanie nie należy do szczególnie trudnych.

Profesor Jarosław Mikielewicz jest uznanym autorytetem nauki polskiej i światowej. W osobie tej widzimy wybitną postać naukowca, twórcy, profesora, dyrektora, nauczyciela akademickiego, wychowawcę kadry i twórcę wielu szkół naukowych. Ponadto widzimy prawego i życzliwego Człowieka, Kolegę i Przyjaciela. Jego postawa moralna i zdecydowanie jednoznaczne poglądy na naukę i życie zasługują na najwyższy szacunek. Mam wielki zaszczyt i honor przedstawić prof. dr hab. inż. Jarosława Mikielewicza – członka korespondenta PAN, Doktora Honoris Causa Politechniki Krakowskiej jako rzeczywistego integratora całego środowiska naukowego i badań naukowych w dyscyplinach: mechanika, technika cieplna i energetyka.

Profesor Jarosław Mikielawicz urodził się 10 kwietnia 1941 roku w Wilnie. W 1946 roku przeniósł się z rodzicami do Gdańska, gdzie ukończył szkołę podstawową oraz Liceum Ogólnokształcące. Po ukończeniu szkoły średniej rozpoczął w 1959 roku studia na Wydziale Maszynowym Politechniki Gdańskiej, uzyskując w 1964 roku stopień magistra inżyniera mechanika w specjalności Maszyny Ciepłne Tłokowe. Już w 1962 roku, będąc jeszcze studentem, otrzymał propozycję pracy jako asystent-stażysta. Bezpośrednio po ukończeniu studiów podjął w 1964 r. pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Podstaw Techniki Ciepłej, a następnie od 1965 roku został zatrudniony w Instytucie Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku na stanowisku asystenta w Zakładzie Termodynamiki i Wymiany Ciepła. Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku jest do dzisiaj podstawowym miejscem pracy Profesora J. Mikielawicza.

Na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *„Analiza możliwości zastosowania płynnych żeber w wysokotemperaturowym rekuperatorze różnic ciśnieniowym”* (promotor: prof. Jan Madejski) Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej nadała w 1968 r. prof. J. Mikielawiczowi stopień naukowy doktora nauk technicznych. Praca została wyróżniona przez Radę Wydziału Budowy Maszyn i uzyskała w 1971 roku nagrodę Wydziału IV Polskiej Akademii Nauk. W roku 1969 otrzymał nominację na stanowisko adiunkta w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN.

Na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. *„Wybrane zagadnienia generacji pary czynnika niskowrzącego w obiegu dwuczynnikowym”* Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej nadała mu 12 czerwca 1972 roku stopień naukowy doktora habilitowanego. W tym samym roku, w wieku 31 lat, został powołany na stanowisko kierownika Zakładu Termodynamiki i Wymiany Ciepła w Instytucie Maszyn Przepływowych. W roku 1973, wówczas docent J. Mikielawicz, zostaje zatrudniony również w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie w Zakładzie Termodynamiki i Energetyki Ciepłej. Przez następnych 36 lat owocnie współpracował oraz nadal współpracuje naukowo i dydaktycznie z naszą uczelnią. Rada Państwa, uchwałą z dnia 13 września 1979 r., nadała mu tytuł nauko-

wy profesora nadzwyczajnego, natomiast w grudniu 1990 r. profesora zwyczajnego. Rada Naukowa IMP PAN wybrała Prof. J. Mikielawicza w 1992 roku na stanowisko zastępcy dyrektora ds. naukowych, natomiast od 1998 roku pełni funkcję dyrektora naczelnego tego Instytutu.

Profesor Jarosław Mikielawicz jest wybitnym uczonym w zakresie mechaniki, techniki cieplnej i energetyki. Jest niekwestionowanym autorytetem naukowym uznawanym nie tylko w ośrodkach krajowych, ale również w największych światowych. Należy do niewielu multidyscyplinarnych przedstawicieli nauki polskiej w szeroko pojętej dziedzinie jaką jest energetyka. Wśród głównych kierunków działalności naukowej Profesora należy wymienić:

- analizę nowych obiegów termodynamicznych siłowni,
- wymianę ciepła w wymiennikach za pomocą nowych elementów, w tym tzw. płynnych żeber,
- problemy wrzenia w przepływie układów dwufazowych typu para-ciecz,
- odparowanie w cienkich warstwach cieczy,
- problemy stabilności przepływów dwufazowych para-ciecz w kanałach,
- przepływy krytyczne mieszanin dwufazowych,
- rozrywanie cienkich warstw cieczy na strugi,
- zagadnienia zwilżalności,
- konwekcję naturalną w termosyfonie w zastosowaniu do „diody cieplnej”,
- zalewanie prętów paliwowych podczas awarii reaktora jądrowego,
- bezpośrednią kondensację pary na przechłodzonej warstwie cieczy,
- rozplw i wymianę ciepła w strugach jedno- i dwufazowych uderzających o powierzchnie,
- analizę niekonwencjonalnych urządzeń i systemów konwersji energii, a w szczególności analizę kolektorów słonecznych i ich wykorzystanie w warunkach krajowych,
- zagadnienia dotyczące kogeneracji i trójgeneracji w energetyce,
- wymianę ciepła podczas przemian fazowych wrzenia i skraplania w mini- i w mikrokanalach.

Profesor Jarosław Mikielwicz posiada ogromny dorobek naukowy zgromadzony w ponad 250 pracach, w tym: 3 monografie, 9 podręczników akademickich, 2 rozprawy oraz 170 artykułów opublikowanych w liczących się czasopismach, w tym 60 prac w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W okresie 2004–2008 opublikował 78 prac naukowych. Na uwagę zasługuje fakt, że publikacje profesora Mikielwicza były cytowane ponad 160 razy.

Prof. J. Mikielwicz był dotychczas promotorem 16 zakończonych przewodów doktorskich, recenzentem 30 rozpraw doktorskich i kilkunastu rozpraw habilitacyjnych. Pod jego kierownictwem naukowym pięciu doktorantów zagranicznych zrealizowało prace doktorskie (jedna z prac doktorskich była obroniona w Manchester University, a jedna w Królewskim Instytucie Technologii w Sztokholmie). Prof. J. Mikielwicz opiniował dorobek ponad 12 kandydatów do tytułu profesora.

Profesor J. Mikielwicz ma szczególną, wrodzoną i potwierdzoną doświadczeniem cechę łączenia pracy naukowej z dydaktyczną. Wśród osiągnięć dydaktycznych należy wyróżnić oryginalny, autorski cykl wykładów z takich przedmiotów, jak: mechanika ośrodków ciągłych oraz termodynamika na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej w Politechnice Gdańskiej, a także wykłady z termodynamiki, mechaniki płynów oraz wymiany ciepła i masy prowadzone w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, a następnie w Politechnice Koszalińskiej. Prowadzi od wielu lat wykłady na Studium Doktoranckim w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, a także zajęcia dla personelu inżynierskiego, m. in. w przedsiębiorstwie „Energoprojekt” w Gdańsku. W dorobku dydaktycznym prof. J. Mikielwicza odnotować należy opublikowanie 9 pozycji w postaci podręczników akademickich i skryptów. Jest także autorem i współautorem znaczącej liczby opracowań wykonanych dla różnych jednostek gospodarki narodowej.

Był i jest członkiem wielu stowarzyszeń naukowych działających w kraju i za granicą. Wymienić można niektóre z nich: przez trzy kolejne kadencje pełnił funkcję przewodniczącego Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN; członek Komitetu Problemów Energetyki przy Prezydium PAN;

członek Sekcji Mechaniki Płynów KM PAN; członek Komisji Międzynarodowego Instytutu Chłodziarstwa w Paryżu; członek Gdańskiego Towarzystwa Naukowego; przez dwie kadencje członek Komitetu Badań Naukowych; członek Centralnej Komisji ds. Tytułów i Stopni Naukowych; delegat Polski do V Ramowego Programu UE w Komisji „Energia”; organizator i współorganizator Letnich Szkół „Przepływów Dwufazowych”; członek Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej Konferencji „Baltic Heat Transfer Conference” i wielu innych; recenzent prac publikowanych w bardzo wielu międzynarodowych czasopismach.

Oprócz podanych wyżej form współpracy międzynarodowej trzeba zaznaczyć aktywną międzynarodową współpracę naukowo-badawczą w ramach kierowanego przez Profesora Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku z dużą liczbą światowych ośrodków naukowych. Prof. J. Mikielwicz był zapraszany wielokrotnie do prezentacji wyników badań naukowych w najpoważniejszych ośrodkach w krajach b. ZSRR, USA, Wielkiej Brytanii, RFN, Francji i Kanady. Odbывał staże naukowe, między innymi w: Instytucie Wymiany Ciepła i Masy w Nowosybirsku, w Uniwersytecie Delaware, w Uniwersytecie Michigan i Massachusetts Institute of Technology w USA. Przebywał też jako Visiting Profesor w wielu uniwersytetach amerykańskich, w tym np. Brown University.

Za swoją działalność naukowo-badawczą, dydaktyczną i organizacyjną Profesor J. Mikielwicz był wielokrotnie odznaczany i wyróżniany. Wśród ważniejszych to: Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski; Doktor Honoris Causa Politechniki Krakowskiej – 2004 r.; inne: Nagroda Sekretarza PAN, Złota Odznaka Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej; Srebrny Medal Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej, Medal Politechniki Śląskiej, Medal „Zasłużony dla WSInż. Koszalin”; Odznaka Honorowa „Za zasługi dla rozwoju woj. koszalińskiego”.

Profesor J. Mikielwicz rozpoczął owocną, długoletnią współpracę z naszą uczelnią dnia 1 października 1973 roku. W tym okresie przez ponad 20 lat był zatrudniony jako nauczyciel akademicki na stanowiskach docenta i profesora, uprzednio w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszali-

nie, a następnie w Politechnice Koszalińskiej. Działalność naukowa Profesora obejmuje Jego osiągnięcia w rozwoju i kształceniu kadry, a w szczególności: opracował na wniosek Rady Wydziału Mechanicznego recenzję dorobku naukowo-badawczego i dydaktyczno-wychowawczego w związku z postępowaniem o nadanie tytułu profesora zwyczajnego, dwóch prac habilitacyjnych oraz 5 prac doktorskich, których przewody zakończono na Wydziale Mechanicznym, był promotorem jednej pracy doktorskiej obronionej na tym wydziale. Prof. J. Mikieliewicz był opiniodawcą 4 monografii oraz 10 skryptów opracowanych przez pracowników naukowych Wydziału Mechanicznego. Recenzował również różne opracowania naukowe na innych wydziałach naszej uczelni. Brał czynny udział lub służył konsultacją naukową w 6 projektach badawczych finansowanych przez KBN, a prowadzonych w Politechnice Koszalińskiej.

W okresie etatowej działalności nauczyciela akademickiego prowadził zajęcia w Zakładzie Termodynamiki i Energetyki Ciepłej w czasach WSIInż., a następnie w Katedrze Techniki Ciepłej i Chłodnictwa. Prowadził wykłady w bloku tematycznym „Termomechanika”, obejmującym takie przedmioty, jak: termodynamika techniczna, termodynamika silnika spalinowego, mechanika płynów, wymiana ciepła – na studiach dziennych oraz niestacjonarnych. Niektóre z zajęć były również częściowo prowadzone w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku i cieszyły się zawsze uznaniem ze strony słuchaczy, tak jak wszystkie zajęcia prowadzone przez Profesora. Był współautorem dwóch oryginalnych skryptów dydaktycznych poświęconych termodynamice i wymianie ciepła, które zostały opublikowane przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Z opracowań tych korzystają również studenci innych uczelni.

Prof. Jarosław Mikieliewicz, w dotychczasowym okresie swojej współpracy z Uczelnią, dał się poznać, jako niekwestionowany autorytet naukowy w naszym środowisku akademickim. Trzeba podkreślić, że zawsze służył i służy pomocą wszystkim pracownikom wydziału i uczelni, niezależnie od wieku i stopnia naukowego. Pobyt prof. J. Mikielwicza w Koszalinie zawsze był i jest okazją do zorganizowania zajęć seminaryjnych dla pracowników lub wymiany poglądów dotyczących różnych spraw, nie tylko

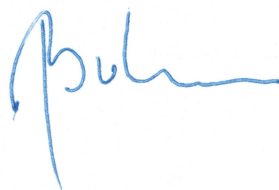
naukowych. W każdym gronie, które ma przyjemność gościć Profesora, zawsze przyjmowany jest z naturalną serdecznością. W jego towarzystwie, zdaniem bardzo wielu, nie można się czuć inaczej, jak tylko bardzo dobrze.

Szanowny Doktorze Honorowy!

Szanowni Państwo!

Osobiście znam naszego Drogiego Laureata ponad trzydzieści lat. Jest to mój Drogi Nauczyciel, niekwestionowany autorytet naukowy i moralny, Ojciec Naukowy i Wielki Przyjaciel. Myślę, że tak o naszym Doktorze Honorowym może powiedzieć każdy pracownik Wydziału Mechanicznego i Katedry Techniki Ciepłej i Chłodnictwa Politechniki Koszalińskiej. W obecności tak wielu Szanownych Gości przybyłych z różnych ośrodków śmiem twierdzić, że takie odczucia nie są obce pracownikom innych placówek naukowych. Pragnę w imieniu własnym, naszego środowiska akademickiego i całego środowiska termodynamików polskich serdecznie podziękować naszemu Doktorowi Honorowemu za wszelkie dobro, które nas spotkało z jego udziałem. Za integrację ludzi nauki w zakresie mechaniki, techniki ciepłej i energetyki, za dobre pomysły i pomoc w ich realizacji, za ciepłe słowa w chwilach zwątpienia i karne słowa dyscypliny nawołujące do poprawy i rzetelnej pracy. Dziękujemy Ci za ojcowską opiekę.

Niech to wyróżnienie najwyższą godnością akademicką DOKTORA HONORIS CAUSA naszej uczelni wyraża naszą wdzięczność i uznanie Profesorowi Jarosławowi Mikielwiczowi. Niech to dzisiejsze wydarzenie wpisze się trwale w historię naszej uczelni i nauki polskiej.





UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

nr 1/p/01/2009 z 23 stycznia 2009 r.

w sprawie opiniowania wniosku
o nadanie prof. J. Mikielewiczowi
tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

Senat Politechniki Krakowskiej, po zapoznaniu się z opinią o dorobku prof. zw. hab. dr. inż. Jarosława Mikielewicza, opracowaną przez prof. dr. hab. inż. Jana Talera, popiera wniosek Politechniki Koszalińskiej w sprawie nadania prof. J. Mikielewiczowi tytułu Doktora Honoris Causa tej uczelni.

Z up. REKTORA
Politechniki Krakowskiej

Prorektor ds. nauki
Prof. dr hab. inż. Jan Kazior

Kraków, 7 stycznia 2009 r.

Prof. dr hab. inż. Jan Taler
Politechnika Krakowska
Instytut Aparatury Przemysłowej Energetyki
Wydział Mechaniczny

OPINIA

o dorobku naukowym i całokształcie dokonań
profesora zwyczajnego dr. hab. inż. Jarosława Mikielewicza,
członka korespondenta PAN

1. Dane personalne

Profesor Jarosław Mikielewicz urodził się w Wilnie w 1941 roku. Po ukończeniu VII Liceum Ogólnokształcącego w Gdańsku, w 1959 roku rozpoczął studia na Wydziale Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej. W 1964 roku, bezpośrednio po ukończeniu studiów i uzyskaniu tytułu zawodowego magistra inżyniera mechanika, podejmuje pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Podstaw Techniki Ciepłej Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej. Następnie w 1965 roku podejmuje pracę w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, gdzie pracuje do chwili obecnej.

Na podstawie pracy doktorskiej pt. „Analiza możliwości zastosowania «płynnych żeber» w wysokotemperaturowym rekuperatorze różnic ciśnieniowym”, przygotowanej pod kierunkiem profesora Jana Madejskiego, czł. rzecz. PAN, Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej nadała mu w 1968 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych z wyróżnieniem. W 1971 roku praca ta została wyróżniona nagrodą Wydziału IV PAN. W 1969 roku Kandydat otrzymał nominację na stanowisko adiunkta w IMP PAN i rozpoczął ścisłą współpracę z profesorem Robertem Szewalskim nad koncepcją siłowni dwuczynnikowej. Powyższą tematykę kontynuuje także w późniejszych latach.

Stopień naukowy doktora habilitowanego nadała mu w roku 1972 Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. „Wybrane zagadnienia regeneracji pary czynnika niskowrzącego w obiegu siłowni dwuczynnikowej”.

Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk technicznych nadała mu Rada Państwa uchwałą z dnia 13 września 1979 roku. W grudniu 1990 roku na podstawie przewodu pozytywnie zaopiniowanego przez CKK Sekretarz Akademii powołał go na stanowisko profesora zwyczajnego. Od 1972 roku był Kierownikiem Zakładu Termodynamiki i Wymiany Ciepła w IMP PAN aż do 1992 roku. W 1992 roku został wybrany przez Radę Naukową Instytutu Maszyn Przepływowych PAN na stanowisko zastępcy dyrektora ds. naukowych instytutu, a w 1998 roku na dyrektora naczelnego instytutu.

Istotnym czynnikiem rozwoju naukowego Profesora Mikieliewicza były liczne staże zagraniczne oraz współpraca z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. W zakresie wymiany ciepła profesor Mikieliewicz odbył staże naukowe: w Instytucie Fizyki Ciepła AN ZSRR w Nowosybirsku, w Instytucie Wymiany Ciepła i Masy AN BSRR w Mińsku, w Uniwersytecie Delaware, w Uniwersytecie Michigan i w Massachusetts Institut of Technology w USA. Jako Visiting Professor w latach 1981–1982 przebywał w Brown University w USA. Poza tym w 1986 roku w ramach stypendium DAAD zapoznał się z działalnością 4 uniwersytetów niemieckich. Podobny staż odbył w 1988 roku w trzech uniwersytetach amerykańskich w ramach współpracy z Amerykańską Akademią Nauk. W 1991 roku na zaproszenie McMaster University, odwiedził szereg kanadyjskich ośrodków naukowych.

W wielu przypadkach odbyte staże naukowe doprowadziły do bliskiej współpracy naukowej wizytowanych ośrodków i Profesora. Profesor Mikieliewicz współpracuje i jest zapraszany przez najpoważniejsze ośrodki naukowe byłego ZSRR, USA, Wielkiej Brytanii, RFN, Francji i Kanady.

2. Dorobek naukowy

Główne kierunki działalności naukowej profesora Jarosława Mikieliewicza obejmują następujące zagadnienia:

- analizę nowych obiegów termodynamicznych siłowni,
- wymianę ciepła w wymiennikach za pomocą nowych elementów tzw. płynnych żeber,
- problem wrzenia w przepływie i nieizotermiczne przepływy para-ciecz,
- odparowanie w cienkich warstwach cieczy,
- rozrywanie się cienkich warstw cieczy na strugi, zagadnienia zwilżalności,
- problem stabilności przepływów dwufazowych para-ciecz w kanałach,
- przepływy krytyczne mieszanin dwufazowych para-ciecz,
- konwekcję naturalną w termosyfonie w zastosowaniu do „diody cieplnej”,
- zalewanie prętów paliwowych podczas awarii reaktora jądrowego,
- bezpośrednią kondensację pary na przechłodzonej warstwie cieczy,
- rozpląt i wymianę ciepła w strugach jedno- i dwufazowych uderzających o powierzchnię,
- analizę niekonwencjonalnych urządzeń i systemów konwersji energii, a w szczególności analizę kolektorów słonecznych i ich wykorzystania w warunkach krajowych.

Profesor Jarosław Mikieliewicz ma duży dorobek naukowy zgromadzony w 250 pracach i obejmujący: 3 monografie, 9 podręczników akademickich, 2 rozprawy oraz 170 artykułów opublikowanych w liczących się czasopismach, w tym 60 prac w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W szczególności prace opublikowane w jedenastu różnych renomowanych czasopismach, dotyczące zagadnień z wymiany ciepła w tzw. płynnych żebrach, wrzenia w przepływie, przepływu dwufazowego para-ciecz, kondensacji, uderzenia strug cieczy o powierzchnię i wykorzystania energii słonecznej, przyniosły mu międzynarodowe uznanie w najbardziej znaczących zagranicznych ośrodkach naukowych, pełniących wiodącą rolę w zakresie termodynamiki, wymiany ciepła i masy oraz odnawialnych źródeł energii. Na uwagę zasługuje fakt, że publikacje profesora Mikieliewicza są cytowane ponad 160 razy. Jest to związane z tym, że prace te zawierają oryginalne rozwiązania analityczne i nowe wyniki eksperymentalne.

Podsumowaniem dorobku naukowego są trzy monografie:

- „Modelowanie zjawisk cieplno-przepływowych” – w której ujęto zjawiska transportu masy, pędu i energii w dużej części wykorzystując oryginalne wcześniej opublikowane prace naukowe,
- „Ruch i wymiana ciepła cienkich warstw cieczy” – której współautorem jest prof. M. Trela, a która jest podsumowaniem prac nad ruchem ciepła w cienkich warstwach cieczy płynących po powierzchni ciała stałego,
- „Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii” – której współautorem jest prof. J. Cieśliński, a która dotyczy osiągnięć w badaniach naukowych z zakresu tematyki związanej z konwersją energii w niekonwencjonalnych urządzeniach z uwzględnieniem oryginalnych własnych prac twórczych.

3. Kształcenie kadry naukowej

Profesor Jarosław Mikieliewicz posiada także znaczące osiągnięcia w kształceniu kadry naukowej, służąc swoją wiedzą i doświadczeniem oraz pomocą na rzecz wielu ośrodków w kraju, a także za granicą.

Profesor Mikieliewicz był do tej pory promotorem 14 prac doktorskich zakończonych nadaniem stopnia naukowego. Dwie dalsze prace doktorskie są zakończone, a ich obrony odbędą się w roku bieżącym. Sześć osób bezpośrednio współpracujących z profesorem Mikieliewiczem uzyskało stopień naukowy doktora habilitowanego, z których dwie uzyskały tytuł naukowy profesora. Profesor był recenzentem kilkunastu prac habilitacyjnych oraz ok. 30 prac doktorskich, z czego pięć dotyczyło doktorantów zagranicznych. Poza tym opracował 12 recenzji o dorobku naukowo-badawczym i dydaktyczno-wychowawczym w związku z prowadzonymi postępowaniami o nadanie tytułu naukowego profesora. Opracował także dwie opinie o dorobku kandydatów na stanowisko profesora zwyczajnego oraz trzy na stanowisko profesora nadzwyczajnego.

4. Funkcje i godności

O wybitnych osiągnięciach naukowych Profesora Jarosława Mikieliewicza świadczą uzyskane tytuły oraz wybranie go w 2002 roku na członka korespondenta PAN.

Wyrazem uznania osiągnięć naukowych jest wybór Kandydata na członka do wymienionych instytucji naukowych:

- Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN (przewodniczący komitetu w latach 1996–2003),
- Komitetu Problemów Energetyki przy Prezydium PAN,
- Międzynarodowego Instytutu Chłodnictwa w Paryżu,
- Rady Naukowej Instytutu Maszyn Przepływowych PAN

oraz wielu rad wydziałów w wyższych uczelniach, a także rad naukowych w instytutach naukowych.

Profesor Mikielawicz jest redaktorem naczelnym czasopisma *Archives of Thermodynamics*, komitetu redakcyjnego Wydawnictw Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, w tym *Transactions of IFPM*, i jest powoływany w skład komitetów naukowych i redakcyjnych licznych konferencji międzynarodowych.

W uznaniu jego pozycji oraz autorytetu naukowego został wybrany na członka Centralnej Komisji ds. Tytułu i Stopni Naukowych (1999–2002 oraz obecna kadencja) oraz na członka KBN (1995–2001).

5. Udokumentowana działalność profesora Jarosława Mikielawicza na rzecz Politechniki Krakowskiej

– Recenzował na wniosek Rady Wydziału Mechanicznego 3 prace doktorskie, 5 prac habilitacyjnych, opracował 3 recenzje dorobku naukowo-badawczego i dydaktyczno-wychowawczego w związku z postępowaniem o nadanie tytułu profesora oraz jedną recenzję całokształtu dorobku kandydata na stanowisko profesora zwyczajnego; opracował trzy recenzje dorobku kandydatów na stanowisko profesora nadzwyczajnego Politechniki Krakowskiej; był recenzentem 3 monografii opublikowanych jako prace habilitacyjne w wydawnictwach Politechniki Krakowskiej; recenzował również prace doktorskie i habilitacyjne na innych wydziałach Politechniki Krakowskiej.

– Bierze czynny udział w realizacji wspólnych, tj. z udziałem pracowników Instytutu Aparatury Przemysłowej i Energetyki, projektów badawczych finansowanych przez KBN.

– Otrzymał Srebrny Medal Wydziału Mechanicznego PK z okazji 50-lecia istnienia Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej.

6. Udokumentowana działalność profesora Jarosława Mikielewicza na rzecz Politechniki Koszalińskiej

– Kandydat rozpoczął owocną, długoletnią współpracę z Politechniką Koszalińską 1 października 1973 roku, to znaczy trwa ona już 35 lat. W tym okresie przez ponad 20 lat był zatrudniony jako nauczyciel akademicki na stanowiskach docenta i profesora, uprzednio w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, a następnie w Politechnice Koszalińskiej.

– Stwierdza się, że wybitne osiągnięcia w działalności prof. Jarosława Mikielewicza na rzecz Politechniki Koszalińskiej są udokumentowane we wszystkich formach, to znaczy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej.

– Udokumentowana działalność naukowa Kandydata obejmuje jego osiągnięcia w rozwoju i kształceniu kadry, a w szczególności: na wniosek Rady Wydziału Mechanicznego: opracował recenzję dorobku naukowo-badawczego i dydaktyczno-wychowawczego w związku z postępowaniem o nadanie tytułu profesora zwyczajnego, recenzował dwie prace habilitacyjne oraz 5 prac doktorskich, których przewody zakończono na Wydziale Mechanicznym, był promotorem jednej pracy doktorskiej obronionej na tym wydziale. Prof. J. Mikielewicz recenzował 4 monografie oraz 10 skryptów opracowanych przez pracowników naukowych wydziału. Recenzował również różne opracowania naukowe na innych wydziałach uczelni. Brał czynny udział lub służył konsultacją naukową w 6 projektach badawczych finansowanych przez KBN, a prowadzonych w Politechnice Koszalińskiej.

– W okresie etatowej działalności nauczyciela akademickiego prowadził zajęcia w Zakładzie Termodynamiki i Energetyki Ciepłej w czasach WSInż., a następnie w Katedrze Techniki Ciepłej i Chłodnictwa. Prowadził wykłady w bloku tematycznym „Termomechaniki”, obejmującym takie przedmioty jak: termodynamika techniczna, termodynamika silnika spalinowego, mechanika płynów, wymiana ciepła – na studiach dziennych oraz niestacjonarnych. Niektóre z zajęć były również częściowo prowadzone w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku i cieszyły się zawsze uznaniem ze strony słuchaczy, tak jak wszystkie zajęcia prowadzone przez Profesora.

– Kandydat był współautorem dwóch oryginalnych skryptów dydaktycznych poświęconych termodynamice i wymianie ciepła, które zostały opublikowane przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Z opracowań tych korzystają również studenci innych uczelni.

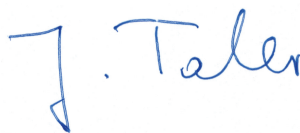
– Prof. Jarosław Mikieliewicz, w całym dotychczasowym okresie swojej współpracy z uczelnią, dał się poznać, jako niekwestionowany autorytet naukowy w naszym środowisku akademickim. Trzeba podkreślić fakt, że zawsze służył i służy pomocą wszystkim pracownikom wydziału i uczelni, niezależnie od wieku i stopnia naukowego. Pobyt prof. J. Mikielwicza w Koszalinie zawsze był i jest okazją do zorganizowania zajęć seminaryjnych dla pracowników lub wymiany poglądów dotyczących różnych spraw, nie tylko naukowych. W okresie pracy w uczelni Kandydat uzyskał następujące wyróżnienia: medal „Zasłużony dla WSInż. Koszalin” oraz Odznakę Honorową „Za zasługi w rozwoju woj. koszalińskiego” w 1984 roku.

7. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę:

- osiągnięcia naukowe i ich znaczenie dla termodynamiki i dziedzin pokrewnych w kraju i na świecie,
- uzyskany autorytet w kraju i zagranicą,
- znaczący wpływ na kształcenie kadr naukowych i rozwój zespołów naukowo-badawczych należy Profesora Jarosława Mikielwicza zaliczyć do grona najwybitniejszych uczonych w dziedzinie termodynamiki.

Prof. dr hab. inż. Jarosław Mikieliewicz, członek korespondent PAN, w pełni zasługuje na przyznanie mu tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "J. Taler". The signature is stylized with a large, looped initial "J" and a cursive "Taler".



UCHWAŁA NR VI/41/08/09

Senatu Politechniki Śląskiej

z dnia 23 lutego 2009 roku

**w sprawie zaopiniowania wniosku
o nadanie tytułu Doktora Honoris Causa
Panu prof. dr. hab. inż. Jarosławowi MIKIELEWICZOWI**

Na podstawie art. 62 ust. 1 pkt 9 ustawy z dnia 27 lipca 2005 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. Nr 164, poz. 1365, z późn. zm.) oraz § 38 ust. 2 pkt. 42 Statutu Politechniki Śląskiej,

**Senat Politechniki Śląskiej
postanawia:**

- I Po zapoznaniu się z recenzją dorobku, opracowaną przez pana prof. dr. hab. inż. Tadeusza Chmielniaka, pozytywnie zaopiniować wniosek Politechniki Koszalińskiej o nadanie tytułu Doktora Honoris Causa Panu prof. dr. hab. inż. Jarosławowi MIKIELEWICZOWI.
- II Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Rektor
Politechniki Śląskiej

Prof. dr. hab. inż. Andrzej Karbownik

Gliwice, 6 lutego 2009 r.

Prof. zw. dr hab. inż. TADEUSZ J. CHMIELNIAK

czł. koresp. PAN

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych

OPINIA

do wniosku Politechniki Koszalińskiej
w sprawie nadania tytułu Doktora Honoris Causa
Profesorowi Jarosławowi MIKIELEWICZOWI

Profesor Jarosław Mikielewicz urodził się w 1941 roku w Wilnie. Studia podjął w 1959, a ukończył w 1964 roku na Wydziale Maszynowym Politechniki Gdańskiej.

Pracę naukową rozpoczął jeszcze jako student (1962) w Katedrze Podstaw Techniki Ciepłej Politechniki Gdańskiej kierowanej przez profesora Jana Madejskiego. W 1965 roku przenosi się do Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, gdzie przechodzi stanowiska od asystenta do profesora zwyczajnego.

W 1968 w Politechnice Gdańskiej broni z wyróżnieniem tez pracy doktorskiej zatytułowanej: *Analiza możliwości zastosowania płynnych żeber w wysokotemperaturowym rekuperatorze różnociśnieniowym* (promotorem rozprawy jest profesor Jan Madejski). Praca uzyskuje nagrodę Wydziału IV PAN. Po uzyskaniu w 1969 nominacji na stanowisko adiunkta w IMP PAN rozpoczyna ścisłą współpracę z profesorem Robertem Szewalskim nad koncepcją siłowni dwuczynnikowej. Syntezę swych badań w tym zakresie przedstawia w pracy habilitacyjnej: *Wybrane zagadnienia generacji pary w obiegu dwuczynnikowym* (Politechnika Gdańska, 1972). Za-

mnienie przewodu habilitacyjnego jest przepustką do kierowania jednym z najważniejszych zakładów Instytutu: Zakładem Termodynamiki i Wymiany Ciepła. Ma wówczas 31 lat. Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego otrzymał w wieku 38 lat w 1978 r.

W latach 1981–82 przebywał w Brown University (USA) jako Visiting Professor. Wcześniej odbywał staże i studia uzupełniające w różnych ośrodkach naukowych, w tym w: Instytucie Fizyki Ciepła AN ZSSR w Nowosybirsku, Instytucie Wymiany Ciepła i Masy AN BSRR w Mińsku, w Uniwersytecie Delaware, w Uniwersytecie Michigan, w Massachusetts Institute of Technology w USA. W drugiej połowie lat 80. przebywał na zaproszenie w wielu uniwersytetach niemieckich, amerykańskich i kanadyjskich.

Tytuł profesora zwyczajnego otrzymał w 1990 roku. Dwa lata później Rada Naukowa Instytutu powierza mu stanowisko zastępcy dyrektora naczelnego IMP PAN. Od 1998 roku jest dyrektorem naczelnym tego Instytutu.

W maju 2002 został wybrany członkiem korespondentem PAN. W 2004 Politechnika Krakowska nadała mu tytuł Doktora Honorowego.

Profesor Jarosław Mikieliewicz opublikował ponad 250 prac naukowych. Ich tematyka dotyczy głównie procesów wymiany masy i ciepła w przepływach wielofazowych, nowych obiegów termodynamicznych, procesów konwersji energii w urządzeniach i systemach energetyki źródeł odnawialnych oraz procesów intensyfikacji wymiany ciepła. W szczególności można wskazać na następujące kierunki badań, w których prace profesora Mikieliewicza były publikowane w poważnych czasopismach naukowych, szeroko cytowane i dyskutowane w literaturze światowej, wnosząc poważny wkład do rozwoju nauki:

- Analiza nowych obiegów termodynamicznych różnych rodzajów siłowni, w szczególności mikrośiłowni parowych,
- Wymiana ciepła w wymiennikach przy pomocy nowych elementów tzw. płynnych żeber,
- Problemy wrzenia w różnych klasach przepływów, występujących w maszynach i urządzeniach energetycznych,

- Odparowanie w cienkich warstwach cieczy,
- Problemy stabilności przepływów dwufazowych para-ciecz w kanałach z uwzględnieniem przepływów krytycznych,
- Konwekcja naturalna w termosyfonie w zastosowaniu do „diody cieplnej”,
- Bezpośrednia kondensacja pary na przechłodzonej warstwie cieczy,
- Rozpływ i wymiana ciepła strug jedno- i dwufazowych uderzających o powierzchnię,
- Analiza niekonwencjonalnych urządzeń i systemów konwersji energii, a szczególnie analiza kolektorów słonecznych i ich wykorzystania w warunkach krajowych.

Syntezę dorobku naukowego w trzech ważnych dziedzinach jego zainteresowań naukowych stanowią monografie: 1. *Modelowanie zjawisk cieplno-przepływowych*, 2. *Ruch i wymiana ciepła cienkich warstw cieczy*, 3. *Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii*. Wszystkie zostały wydane przez Ossolineum w ramach wielotomowej serii Maszyny Przepływowe. Prace, oprócz ważnego znaczenia merytorycznego, spełniają istotne funkcje pedagogiczne. W pierwszej z nich przedstawił metodologię formułowania i rozwiązywania zadań badawczych z zakresu procesów cieplno-przepływowych, szeroko posiłkując się własnymi doświadczeniami badawczymi. Druga monografia (opracowana wspólnie z prof. M. Trelą) jest podsumowaniem jego obszernych badań nad ruchem i wymianą ciepła cienkich warstw cieczy płynących po powierzchni ciała stałego. Książka trzecia (współautor: dr hab. J. Cieśliński) omawia zagadnienie konwersji energii w niekonwencjonalnych systemach i urządzeniach.

Prof. Jarosław Mikielewicz poniósł wielkie zasługi dla rozwoju nauki i organizacji badań w zakresie wymiany ciepła, termodynamiki i obiegów cieplnych, pracując w wielu gremiach naukowych i zarządzających badaniami naukowymi. Był przez trzy ostatnie kadencje przewodniczącym Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN. Jest wiceprzewodniczącym Komitetu Problemów Energetyki PAN, członkiem Sekcji Mechaniki Płynów Komitetu Mechaniki PAN oraz członkiem Gdańskiego Towarzystwa Naukowego. Przez dwie kadencje był członkiem KBN, w drugiej kadencji został wybrany przewodniczącym Zespołu Elektrotechniki i Energetyki KBN. Jest członkiem RN wielu instytucji naukowych oraz ośrodków ba-

dawczo-rozwojowych. Obecnie jest członkiem CK ds. Tytułu i Stopni Naukowych oraz wiceprezesem Oddziału PAN w Gdańsku. Za osiągnięcia organizacyjne uzyskał Nagrodę Naukowo-Organizacyjną Sekretarza Wydziału IV PAN oraz wiele wyróżnień środowiskowych. Został odznaczony Złotą Odznaką Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, medalami wydziałów mechanicznych Politechniki Krakowskiej i Łódzkiej. W 2000 roku został wyróżniony medalem środowiska za prace nad zagadnieniami przepływów wielofazowych, a w 2008 Buławą Energetyków za wybitne osiągnięcia w rozwoju energetyki oraz Złotym Laurem Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.

Poświęcił wiele uwagi podnoszeniu poziomu polskich czasopism naukowych. Od 1997 roku jest redaktorem naczelnym *Archiwum Termodynamiki i Wydawnictw Instytutu Maszyn Przepływowych PAN*. Jego osiągnięcia naukowe otwierały i otwierają mu drogę do międzynarodowych organizacji naukowych i komitetów organizacyjnych ważnych konferencji i seminariów naukowych. W 1998 został powołany na członka rzeczywistego Międzynarodowego Instytutu Chłodnictwa w Paryżu. Jest członkiem Komitetu Organizacyjnego cyklicznej międzynarodowej Konferencji *Baltic Heat Transfer Conference*, wielu międzynarodowych konferencji dotyczących przepływów wielofazowych (np. International Conference on Multiphase Flow, Transport Phenomena in Two-Phase Flow itd.). Jest także członkiem Rady Programowej PHARE oraz delegatem Polski do V Ramowego Programu UE w Komisji „Energia”. W 2000 roku został powołany do komitetu redakcyjnego prestiżowego czasopisma brytyjskiego *Nature*.

Prof. Jarosław Mikieliewicz jest nie tylko wybitnym uczonym, ale także lubianym i mogącym poszczycić się wieloma osiągnięciami pedagogiem. Przez wiele lat wykładał w Politechnice Koszalińskiej oraz Politechnice Gdańskiej. Poświęcił wiele uwagi przygotowaniu skryptów i podręczników akademickich (opracował ich łącznie 9). Z jego inspiracji i przy jego udziale merytorycznym przygotowano wiele letnich szkół, głównie dotyczących przepływów wielofazowych oraz wymiany ciepła.

Prof. Jarosław Mikielewicz wypromował 16 dr. n.t., recenzował ponad 30 prac doktorskich i kilkanaście prac habilitacyjnych. Pięć recenzji dotyczyło prac doktorskich zagranicznych doktorantów, w tym jedna praca była bronią w Manchester University (Anglia), a druga w Królewskim Instytucie Technologii w Sztokholmie. Opracował kilkanaście opinii dorobku naukowego kandydatów do tytułu profesora.

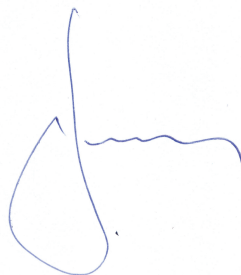
Oprócz przedstawionej powyżej w sposób skrótowy charakterystyki aktywności zawodowej prof. Jarosława Mikielewicza pragnę zwrócić Wysokiemu Senatowi uwagę na jego wysiłki na rzecz współpracy zespołów naukowych skupionych w różnych instytucjach badawczych, tj. szkołach wyższych, instytutach PAN i jednostkach przemysłowych.

Poświęcał tego rodzaju działalności wiele czasu i wysiłku poprzez odpowiednią organizację pracy kierowanego przez siebie Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN, poprzez pracę w Komitecie Badań Naukowych i nakierowaną na te cele działalność jednostki, którą kieruje. Owocem był choćby realizowany przez 16 jednostek badawczych projekt zamawiany, następny jest przygotowany i zostanie prawdopodobnie uruchomiony w najbliższym czasie. Owocem są także wspólne przedsięwzięcia naukowe podejmowane przez członków Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN, Komitetu Inżynierii Chemicznej oraz Komitetu Mechaniki PAN. Przykładem może być opracowanie ekspertyzy: *Współczesne kierunki w termodynamice* (listopad 2001). W tych organizowanych i kierowanych przez prof. Jarosława Mikielewicza programach badawczych uczestniczą także zespoły badawcze z Politechniki Śląskiej i Politechniki Koszalińskiej.

Ten rodzaj działalności wraz z talentem badawczym oraz szczególną otwartością i umiejętnością pozyskiwania przyjaciół oraz współpracowników upewnia mnie całkowicie, że prof. Jarosław Mikielewicz będzie nadal nieustraszenie dbał o rozwój dyscyplin naukowych, które mu są bliskie oraz służył pomocą całemu środowisku naukowemu.

Wyniki pracy prof. Jarosława Mikielewicza we wszystkich dziedzinach budzą szacunek i uznanie. Sposób widzenia przez niego funkcji badacza, organizatora nauki i pedagoga sprzyja integracji środowisk naukowych, służy nauce, PAN i polskiemu szkolnictwu wyższemu, w tym także Politechnikom Koszalińskiej i Śląskiej.

Biorąc pod uwagę zasługi profesora Jarosława Mikielewicza dla nauki i szkolnictwa wyższego, te podkreślone w niniejszej opinii i te, które nie znalazły w niej należytego odbicia, proponuję Senatowi Politechniki Śląskiej wyrażenie pełnego poparcia dla przyznania mu tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop on the left and a series of horizontal wavy lines extending to the right.



UCHWAŁA NR 52/5/2008-2012 Senatu Politechniki Wrocławskiej

z dnia 22 stycznia 2009 r.

w sprawie przyjęcia opinii o zasługach i dorobku kandydata do tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

Działając na podstawie art. 62 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 164, poz. 1365, z późn. zm.) oraz § 3.3 ust. 2 p. 25 Statutu Politechniki Wrocławskiej, Senat akceptuje opinię opracowaną przez prof. Kazimierza Wójśa, dotyczącą dorobku naukowego i zasług prof. Jarosława Mikielewicz i wspiera inicjatywę Politechniki Koszalińskiej zmierzającą do nadania Profesorowi tytułu doktora honoris causa.

Przewodniczący Senatu

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Więckowski
Rektor Politechniki Wrocławskiej

Wrocław, 12 stycznia 2009 r.

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Wójs
Politechnika Wrocławska
Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów

OPINIA

o dorobku naukowym
prof. dr. hab. inż. Jarosława Mikielewicza,
czł. koresp. PAN
w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie tytułu
Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

1. Wstęp

Prof. dr hab. inż. Jarosław Mikielewicz, członek korespondent Polskiej Akademii Nauk, Doktor Honoris Causa Politechniki Krakowskiej, jest wybitnym uczonym, o cenionych na świecie osiągnięciach w dziedzinie nauk technicznych, zwłaszcza w takich specjalnościach jak termodynamika, wymiana ciepła, mechanika płynów i odnawialne źródła energii. Dzięki wyjątkowym walorom umysłu i charakteru – bezpośrednim i przyjaznym stosunkiem do ludzi, nieustanną ciekawością zjawisk natury, szerokimi zainteresowaniami i wyjątkowym poczuciem humoru – wywiera pozytywny wpływ na stykających się z nim ludzi, zwłaszcza studentów, doktorantów i pracowników naukowych, motywujący do rozwoju i twórczej działalności.

Opracowanie opinii o dorobku akademickim Profesora Jarosława Mikielewicza jest dla mnie wielkim zaszczytem.

2. Najważniejsze dane biograficzne

Jarosław Mikielewicz urodził się 10 kwietnia 1941 roku w Wilnie. Miejscem jego stałego pobytu jest Gdańsk. Tu przybył w 1946 roku, ukończył szkołę podstawową, średnią (1959) i studia (1964) na Wydziale Maszynowym Politechniki Gdańskiej. Stopień doktora nauk technicznych, na podstawie rozprawy pt. *Analiza możliwości zastosowania płynnych żeber w wysokotemperaturowym rekuperatorze różnociśnieniowym*, uzyskał na Wydziale Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej w 1968 roku. Od 1965 roku jest pracownikiem naukowym Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, przechodząc kolejne szczeble kariery zawodowej od asystenta do profesora zwyczajnego i dyrektora instytutu. Stopień doktora habilitowanego nadała Mu Rada Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej (1972) na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. *Wybrane zagadnienia generacji pary czynnika niskowrzącego w obiegu dwuczynnikowym*.

W 1979 roku w wieku 38 lat uzyskał tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego.

W latach 1981–1982 przebywał jako Visiting Professor w Brown University w USA. W 1986 roku jako stypendysta DAAD odbył staże w czterech uniwersytetach niemieckich, a w 1988 roku w trzech uniwersytetach amerykańskich, w ramach współpracy z Amerykańską Akademią Nauk. Odbył też staże naukowe w Instytucie Fizyki Ciepła AN ZSRR w Nowosybirsku, w Instytucie Wymiany Ciepła i Masy w Mińsku oraz w University of Delaware, University of Michigan i Massachusetts Institute of Technology. O pozycji w nauce światowej Kandydata świadczy też fakt, iż był on zapraszany do najważniejszych ośrodków naukowych byłego ZSRR, USA, Wielkiej Brytanii, Francji i Kanady.

Profesor Jarosław Mikielewicz został odznaczony Krzyżem Kawalerskim i Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski. Za osiągnięcia naukowe uzyskał wiele prestiżowych nagród, między innymi: Wydziału IV PAN i Sekretarza PAN.

Jest Doktorem Honoris Causa Politechniki Krakowskiej (2004).

3. Najważniejsze osiągnięcia naukowe

Zainteresowania naukowe profesora Jarosława Mikielewicz'a obejmują następujące obszary:

- analizę nowych obiegów termodynamicznych siłowni,
- wymianę ciepła w wymiennikach za pomocą nowych elementów tzw. płynnych żeber,
- problemy wrzenia w przepływie układów dwufazowych para-ciecz,
- odparowanie w cienkich warstwach cieczy,
- problem stabilności przepływów dwufazowych para-ciecz w kanałach,
- przepływy krytyczne mieszanin dwufazowych para-ciecz,
- rozrywanie cienkich warstw cieczy na strugi, zagadnienia zwilżalności,
- konwekcję naturalną w termosyfonie w zastosowaniu do „diody cieplnej”,
- zalewanie prętów paliwowych podczas awarii reaktora jądrowego,
- bezpośrednią kondensację pary na przechłodzonej warstwie cieczy,
- rozpląt i wymianę ciepła w strugach jedno- i dwufazowych uderzających o powierzchnię,
- analizę niekonwencjonalnych urządzeń i systemów konwersji energii, a w szczególności analizę kolektorów słonecznych i ich wykorzystanie w warunkach krajowych,
- zagadnienia kogeneracji w energetyce,
- wymianę ciepła podczas przemian fazowych wrzenia i skraplania w mini- i mikrokanalach.

Na całość dorobku naukowego Kandydata składa się ponad 250 opublikowanych prac, w tym: 3 monografie, 9 podręczników akademickich, 2 rozprawy i 170 artykułów opublikowanych w znaczących czasopismach naukowych, w tym 60 prac w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Opublikowane prace były cytowane ponad 160 razy.

Międzynarodowe uznanie w ważnych ośrodkach naukowych przyniosły mu monografie i artykuły opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych, takich jak: *Journal of Heat and Mass Transfer*, *Transaction of the ASME (Journal of Fluid Engineering)*, *Journal of Heat and*

Fluid Flow), *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *International Journal of Multiphase Flow*, *International Journal Heat and Fluid Flow*, *Inżynieria Chemiczna i Procesowa*, *Archives of Thermodynamics* i wielu innych.

Opublikowane monografie znalazły szerokie uznanie i są traktowane jako prace o fundamentalnym znaczeniu w literaturze technicznej. Należą do nich:

- *Modelowanie zjawisk przepływowych*, Maszyny Przepływowe, t. 17, Wyd. Ossolineum Wrocław (1995) – monografia zawierająca stan wiedzy z zakresu zjawisk transportu masy, pędu i energii.
- *Ruch i wymiana ciepła cienkich warstw cieczy* (współautor M. Trela). Maszyny Przepływowe, t. 23, Wyd. Ossolineum Wrocław (1998) – praca omawiająca całokształt zagadnień ruchu ciepła w cienkich warstwach na powierzchni ciała stałego.
- *Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii* (współautor J.T. Cieśliński). Maszyny Przepływowe, t. 24, Wyd. Ossolineum Wrocław (1998) – unikalne opracowanie dotyczące konwersji energii w niekonwencjonalnych urządzeniach, wykorzystujących także odnawialne źródła energii.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych profesora Jarosława Mielewiczka można zaliczyć:

- Opracowanie półempirycznej metody obliczania współczynników przejmowania ciepła podczas wrzenia z przepływem. Metoda została opublikowana w *Journal of Heat and Mass Transfer* i była wielokrotnie cytowana w literaturze światowej.
- Opracowanie koncepcji teoretycznej do metody wyznaczania charakterystyk pomp przetłaczających czynnik dwufazowy w warunkach awarii reaktora jądrowego. Uzyskane wyniki zostały potwierdzone eksperymentalnie. Metoda została wprowadzona do kodów obliczeniowych awarii reaktora przez *Electric Power Institute* w USA.
- Opracowanie nowatorskiego modelu matematycznego zjawiska rozrywania się filmu cieczowego na strugi. Poprawność modelu potwierdziły

badania eksperymentalne przeprowadzone przez zespół autora, a także przez innych badaczy.

- Opracowanie projektów eksperymentalnych urządzeń technicznych: siłowni dwuczynnikowej o mocy 2 MW na zlecenie fabryki ZAMECH w Elblągu; turbiny amoniakalnej wykorzystującej ciepło odpadowe dla Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach, osuszania pary w łopatkach powłokowych w celu zmniejszenia skutków erozji dla ZAMECH Elbląg, systemu ogrzewania zbiorników na tankowcach dla Stoczni im. Komuny Paryskiej w Gdyni.

4. Działalność dydaktyczna i kształcenie kadry naukowej

Profesor Jarosław Mikieliewicz był promotorem 14 zakończonych przewodów doktorskich, recenzentem 30 rozpraw doktorskich i kilkunastu rozpraw habilitacyjnych oraz 12 wniosków o tytuł profesora.

Ma znaczące osiągnięcia dydaktyczne. Opracował oryginalny, autorski cykl wykładów: *Mechanika ośrodków ciągłych i termodynamika* wygłoszonych na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej. Prowadził wykłady z termodynamiki, mechaniki płynów oraz wymiany ciepła i masy w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, obecnie Politechnice Koszalińskiej. Prowadził też wykłady na Studium Doktoranckim w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku oraz wykłady dla kadry inżynierskiej Energoprojektu w Gdańsku z teorii eksperymentu. Opublikował 9 podręczników akademickich i skryptów. Recenzował wiele podręczników wydawanych przez PWN, WNT i wydawnictwa uczelniane. Organizował Letnie Szkoły Termodynamiki i Mechaniki Płynów poświęcone kształceniu młodej kadry naukowej z różnych ośrodków.

5. Działalność w obszarze organizacji nauki i współpracy międzynarodowej

Działalność profesora Jarosława Mikieliewicza w obszarze organizacji nauki jest imponująca. Brał czynny udział, był zapraszany wykładowcą i członkiem komitetów naukowych ponad 50 kongresów, sympozjów i konferencji międzynarodowych oraz kilkudziesięciu krajowych.

Ważniejsze pełnione funkcje:

- dyrektor Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku – 1998 r.;
- członek Korespondent Polskiej Akademii Nauk;
- był przewodniczącym Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN przez trzy kadencje; obecnie jest członkiem Prezydium;
- wiceprzewodniczący Komitetu Problemów Energetyki przy Prezydium PAN;
- członek Gdańskiego Towarzystwa Naukowego;
- był przez dwie kadencje członkiem Komitetu Badań Naukowych;
- członek Centralnej Komisji ds. Tytułu i Stopni Naukowych;
- delegat Polski do V Programu Ramowego UE w Komisji „Energia”;
- członek Komitetu Naukowego wielu międzynarodowych konferencji;
- recenzent w wielu międzynarodowych czasopismach.

6. Wniosek końcowy

Przytoczone w tej opinii fakty z biografii i dorobku naukowego profesora Jarosława Mikielewiczka świadczą o tym, że jest wybitnym uczonym rangi międzynarodowej, twórcą szkoły naukowej o światowej renomie i uznanym autorytetem w dziedzinie organizacji nauki. Profesor wywarł silny wpływ na uprawianą dyscyplinę naukową, przyczynił się do transferu wyników naukowych do sektora gospodarczego, zwłaszcza w zakresie optymalizacji procesów i urządzeń energetycznych.

W pełni popieram wniosek Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej o nadanie Profesorowi Jarosławowi Mikielewiczowi tytułu Doktora Honoris Causa.



WYSTĄPIENIE

DOKTORA HONORIS CAUSA

prof. dr. hab. inż. Jarosława Mikielewicza

Magnificencjo Rektorze,

Wysoki Senacie,

Ekscelencje,

Szanowni i Dostojni Goście,

Panie i Panowie

Magnificencjo Rektorze proszę mi pozwolić, że na pańskie ręce złożę najserdeczniejsze podziękowania całej społeczności akademickiej Politechniki Koszalińskiej za otrzymaną dzisiaj godność Doktora Honoris Causa tej uczelni, z którą związany jestem naukowo, dydaktycznie i zwyczajnie ludzko już 36 lat. Mogę z całą powagą, pełną życzliwością i radością powiedzieć, że jest to moja uczelnia. Wyrażam również podziękowanie Wysokiemu Senatowi Politechniki Koszalińskiej oraz Radzie Wydziału Mechanicznego za przychyłność w promowaniu mojej osoby w tym honorowym przewodzie. Dziękuję wszystkim opiniodawcom za podjęcie trudu oceny całokształtu mojej dotychczasowej działalności. Wszystkim, którzy w jakikolwiek sposób przyczynili się do tego, że mogę z pełnym, szczerym zadowoleniem uczestniczyć w tej zaszczytnej uroczystości, a których nie wymieniłem z nazwiska lub funkcji, pragnę powiedzieć po prostu dziękuję.

Szanowni Państwo

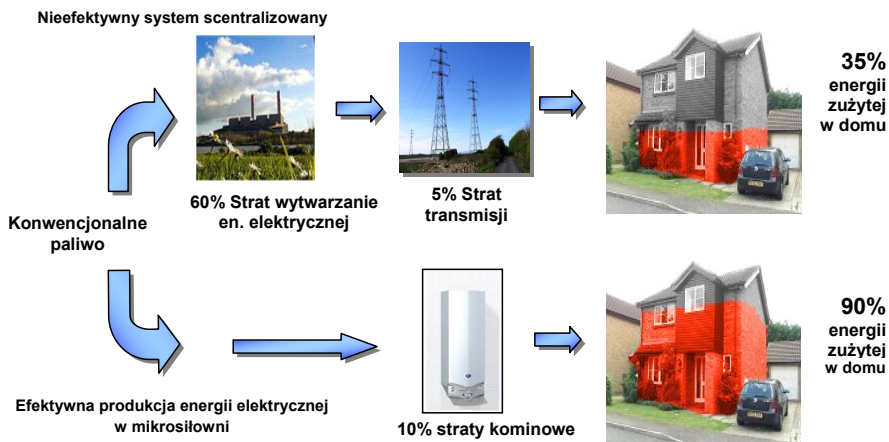
Chciałbym zaproponować Państwu krótki wywód dotyczący nowoczesnych trendów współczesnej energetyki, ze szczególnym uwzględnieniem pomyslnie rozwijającej się kogeneracji rozproszonej, ujmując to w zakresie tematu, który nazwałem:

DOMOWY KOCIOŁ Z MIKROELEKTROWNIĄ

Nowym obiecującym kierunkiem rozwoju współczesnej energetyki, uzupełniającym sektor scentralizowany, jest energetyka rozproszona, gdzie wytwarzana jest energia elektryczna w kogeneracji z ciepłem. W Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku powstała koncepcja *domowej mikroelektrowni kogeneracyjnej*. Mikroelektrownia ta, realizując obieg termodynamiczny czynnika niskowrzącego (ORC) z turbiną, ma służyć do produkcji energii elektrycznej i ciepła do użytku domowego. W przyszłości *mikroelektrownia kogeneracyjna* powinna zastąpić konwencjonalne kotły do ogrzewania obiektów. Mikroelektrownia ta wykorzystuje energię paliwa w prawie 90%. W pracy niniejszej przedstawiono najważniejsze problemy obliczeniowe i eksploatacyjne według aktualnego stanu wiedzy na świecie oraz badań własnych.

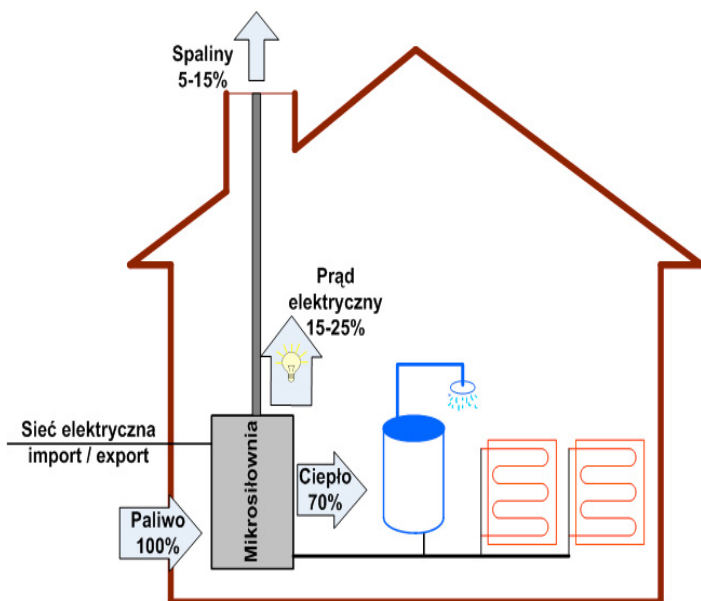
1. Wprowadzenie

Dotychczasowy rozwój konwencjonalnej energetyki opiera się na budowie siłowni o coraz to większej mocy. Im większa jest moc siłowni produkującej energię elektryczną, tym mniejszy jest jednostkowy koszt produkcji energii elektrycznej. Duże moce siłowni prowadzą do wielu problemów technicznych i eksploatacyjnych. Jednym z nowych, obiecujących kierunków rozwoju współczesnej energetyki jest energetyka rozproszona. W energetyce rozproszonej **wytwarzana jest lokalnie energia elektryczna w kogeneracji z ciepłem**. Wytwarzając energię elektryczną lokalnie, unika się strat przesyłu energii elektrycznej, a jednocześnie wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej prowadzi do lepszego wykorzystania paliwa, nawet w około 90%. W elektrowni konwencjonalnej wytwarza się tylko energię elektryczną, a wykorzystanie energii zawartej w paliwie sięga co najwyżej 40%. Na rys. 1 przedstawiono porównawcze zestawienie efektów wytwarzania energii elektrycznej w systemie konwencjonalnym i w kogeneracji.



Rys. 1. Porównanie metod wytwarzania energii elektrycznej w systemie konwencjonalnym i w kogeneracji

Idea kogeneracji rozproszonej jest szczególnie atrakcyjna w **przypadku odnawialnych źródeł energii (OZE)**, z uwagi na łatwość lokalnej aplikacji dostępnych technologii, wykorzystujących zasoby tej energii. Istnieje szereg technologii energetyki rozproszonej o małej mocy, w których jest wytwarzana energia elektryczna i ciepło. Różne są także koncepcje budowy mikroelektrowni. Można tu wymienić przykładowo kilka z nich: siłownie zbudowane w oparciu o tłokowe silniki spalinalowe, turbiny gazowe, turbiny parowe, silniki *Stirlinga*, ogniwa paliwowe itp. Różny jest też horyzont czasowy wprowadzenia każdej z tych technologii do praktyki. Najkrótszy horyzont czasowy związany jest, według oceny specjalistów, z zastosowaniem parowych obiegów *Rankine'a* z czynnikiem niskowrzącym (*Organic Rankine Cycle-ORC*). Na tej bazie powstała w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku koncepcja domowej mikroelektrowni kogeneracyjnej – rys. 2. Mikroelektrownia ta, w której realizowany jest obieg ORC, ma służyć do produkcji energii elektrycznej i ciepła do użytku domowego [1, 2].



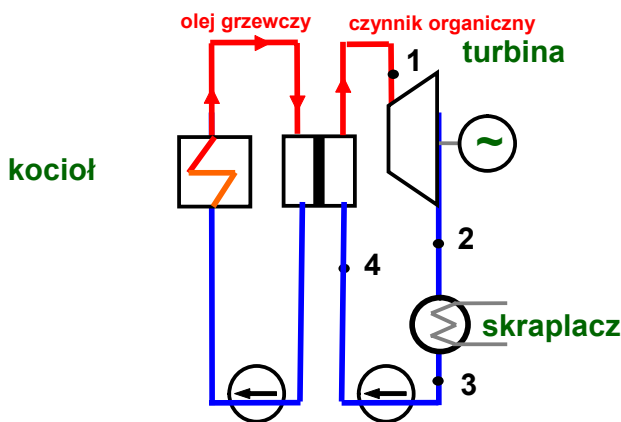
Rys. 2. Schemat ideowy koncepcji domowej mikroelektrowni kogeneracyjnej

W przyszłości *mikroelektrownia kogeneracyjna* powinna zastąpić konwencjonalne kotły do ogrzewania takich obiektów, jak: domki jednorodzinne, domy wielorodzinne, osiedla itp. Gabarytowo kocioł zastosowany w *mikroelektrowni* będzie się niewiele różnić od dotychczasowego kotła grzewczego. Oprócz funkcji ogrzewania wytwarzać będzie dodatkowo energię elektryczną. Źródłem ciepła w mikroelektrowni może być gaz lub inne paliwo pochodzące z zasobów naturalnych lub ze źródła odnawialnego. Mikrosiłownia parowa z czynnikiem niskowrzącym pracuje w zakresie znacznie niższej wartości temperatury, w porównaniu z wartością temperatury w silniku spalinowym lub turbinie gazowej i wymaga mniejszego zużycia cennych materiałów. Poza tym technologia jej wytworzenia jest łatwiejsza. Staje się możliwe generowanie energii elektrycznej w cenie zbliżonej do ceny energii wytwarzanej w tradycyjnych siłowniach dużej mocy. Oszczędności energii elektrycznej mogą być rzędu 30÷40%. Taka mikroelektrownia powinna się zamortyzować po upływie 4÷5 lat eksploatacji. Trzeba podkreślić wysoki stopień wykorzystania energii doprowadzonej, nawet do 90%. To oznacza, że około 70 do 80% stanowi ciepło dostarczane do ogrzewania, a około 10 do 20% to dodatkowa produkcja energii elektrycznej. W zasadzie straty energii ograniczają się tylko do straty kominowej.

Lepsze wykorzystanie energii paliwa w *mikroelektrowniach kogeneracyjnych* prowadzi do obniżenia szkodliwej emisji gazów spalinowych, powstających w procesie spalania paliwa. Mała siłownia kogeneracyjna może być w pełni zautomatyzowana i nie wymaga praktycznie obsługi podczas eksploatacji. W ten sposób użytkownicy posiadający kotły z mikroelektrownią stają się też niejako producentami energii elektrycznej.

2. Obieg termodynamiczny (ORC) domowej mikroelektrowni

Energię elektryczną wytwarza się w mikroelektrowni za pomocą generatora napędzanego mikroturbiną lub przez inny rodzaj tzw. *eksandera*.



Rys. 3. Schemat układu do realizacji obiegu termodynamicznego w mikroelektrowni kogeneracyjnej

Moc mikroturbiny mieści się w przedziale od kilku do kilkudziesięciu kW, w zależności od zastosowania. Zaletą mikroelektrowni domowej jest zwartość jej konstrukcji i wynikające stąd małe wymiary. Małe wymiary siłowni uzyskuje się dzięki wykorzystaniu nowoczesnych materiałów i mikrotechnologii. Podstawowymi elementami składowymi mikroelektrowni są: kocioł (parownik), turbina parowa (lub inne urządzenie ekspansyjne), skraplacz (kondensator), generator prądu elektrycznego i pompa zasilająca. Schemat siłowni przedstawia rys. 3. W obiegu ORC nie przewiduje się wprowadzenia zabiegów zwiększających jego sprawność, charakterystycznych dla siłowni parowej konwencjonalnej, takich jak przegrzew lub regeneracja ciepła, gdyż prowadzą one do zwiększenia powierzchni wymiany ciepła i niewielkiego tylko wzrostu sprawności.

Nowa koncepcja mikrośilowni wymaga jednak rozwiązania szeregu nowych problemów. Jednym z nich jest wybór odpowiedniego czynnika roboczego.

3. Wybór czynnika roboczego w obiegu ORC

Wybór czynnika roboczego jest ważnym elementem zapewniającym osiągnięcie najwyższej możliwej mocy elektrycznej dostarczanej przez mikroelektrownię. Pozwala to na optymalne wykorzystanie dostępnych źródeł energii. Istnieje szeroki wybór czynników organicznych, które mogą być stosowane w układach ORC. Autorzy *Maizza* i inni [3] są dotychczas jedynymi badaczami, którzy przeprowadzili doświadczenia z różnymi czynnikami organicznymi przeznaczonymi do układów z odzyskiem ciepła odpadowego. Najważniejsze cechy dobrego czynnika organicznego to:

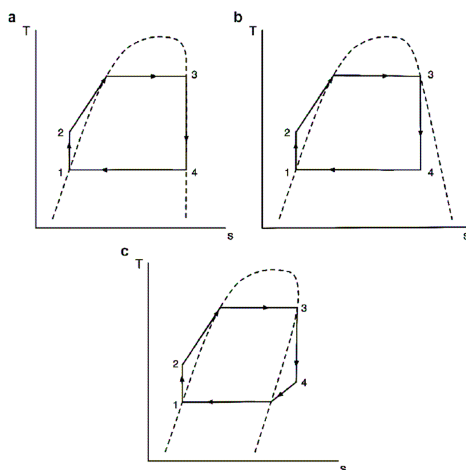
- niska toksyczność,
- dobra kompatybilność i stabilność chemiczna w użyciu z innymi materiałami,
- niska palność, niekorozyjność i małe wytrącanie osadów.

Według tak postawionych kryteriów czynniki chłodnicze spełniają najlepiej warunki pracy w układach ORC, zwłaszcza w świetle ich niskiej toksyczności. Kolejną charakterystyczną cechą, ważną przy wyborze czynnika, jest przebieg krzywej wrzenia w zależności od temperatury. Ta cecha ma szczególny wpływ na ograniczenia w zastosowaniu czynnika w obiegach termodynamicznych (sprawność obiegu, gabaryty urządzeń w układzie wytwarzania energii). Nachylenie krzywej nasycenia na wykresie w układzie współrzędnych $T-s$ zależy od typu zastosowanego czynnika. Rozróżniamy trzy rodzaje czynników: izentropowy, „suchy” i „mokry” (rys. 4). Czynnik traktowany umownie jako „suchy” posiada dodatnie nachylenie krzywej nasycenia pary, „mokry” zaś – ujemne, podczas gdy czynnik zwany „izentropowym” charakteryzuje się praktycznie pionowym przebiegiem krzywej nasycenia pary. Cynniki suche i izentropowe wykazują lepszą sprawność termodynamiczną w urządzeniach ekspansyjnych, ponieważ nie występuje, między innymi, zjawisko wykraplania w turbinie, w przeciwieństwie do czynników mokrych i izentropowych. Niemniej wymagają one większych powierzchni wymiennika do odprowadzenia ciepła do celów grzewczych. W takich przypadkach można zastosować regeneracyjny wymiennik ciepła i podgrzewać w ten sposób czynnik roboczy zasilaający parownik. Cynniki robocze suche, jakie zastosowano w badaniach *Maizzy*

[3], to: R113, R123, R245ca oraz izobutan. Stwierdzono, że najlepszym czynnikiem jest R123.

Reasumując, dobry czynnik roboczy dla obiegów termodynamicznych ORC powinien mieć następujące własności [4]:

1. małą objętość właściwą po ekspansji w turbinie,
2. niską lepkość i napięcie powierzchniowe,
3. wysoką przewodność cieplną,
4. wysoką stabilność termiczną,
5. nie powodować korozji,
6. nie może być toksyczny, a powinien wykazywać kompatybilność w odniesieniu do zastosowanych materiałów w urządzeniu oraz do oleju smarnego,
7. przebieg krzywej nasycenia powinien być bliski linii pionowej, ponieważ z jednej strony mała wilgotność pary wpływa korzystnie na ekspansję (nie-wielka erozja łopatek turbiny), z drugiej strony w skraplaczu nie ma potrzeby schładzania pary przegrzanej i od razu występuje kondensacja pary,
8. ciśnienie czynnika w skraplaczu powinno być wyższe od atmosferycznego, co zapobiega zjawisku zapowietrzenia skraplacza.



Rys. 4. Wpływ różnych rodzajów czynnika roboczego w obiegu ORC na kształt linii obiegu w układzie współrzędnych T - s : a) idealny – ekspansja czynnika przebiega wzdłuż pionowej i izentropowej linii nasycenia pary (izentropowy), b) „mokry” i c) „suchy”

W mikroelektrowni, która byłaby wykorzystana do produkcji prądu elektrycznego i ciepła w gospodarstwach domowych, przekazywanie ciepła powinno odbywać się w kotle za pomocą gorącego oleju o temperaturze do około 475 K. W tego typu układach zależy na uzyskaniu jak najwyższych sprawności

konwersji energii oraz sprawności wewnętrznej turbiny parowej. Najważniejszy jest wzrost temperatury górnego źródła ciepła. Dla obiegów podkrytycznych wybrano do analizy czynniki organiczne, dla których temperatura krytyczna jest wyższa od 150° C, a ciśnienie krytyczne jest poniżej 30 barów. Zakwalifikowano kilkanaście czynników, które mogą być przydatne w obiegu.

Do dalszych rozważań przyjęto najprostszy obieg *Rankine'a* bez przegrzewu pary i bez regeneracji. Aby zastosować kompaktowe mikrowymienniki o intensywnej wymianie ciepła, trzeba w analizie obiegu uwzględnić spadki ciśnienia w przepływie przez wymiennik, które z kolei wpływają na różnice temperatury w tych wymiennikach, a tym samym na wymiary ich powierzchni. Wykonane obliczenia projektowe mają charakter iteracyjny i dotyczą jedynie wybranych czynników termodynamicznych. Analizowano ponad 20 czynników organicznych. Przeprowadzono obliczenia sprawności obiegu z następującymi czynnikami: amoniak, perfluorobutan C₅F₁₂, alkohol etylowy, heptan, izoheksan, alkohol metylowy, R11, R113, R123, R141b, R227, R245ca, R245ea, R365mfc, SES36, toluen, woda. Określono liczby kryterialne, charakteryzujące dobroć czynnika pracującego w obiegu podkrytycznym i nadkrytycznym, ze względu na sprawność termodynamiczną. Wybrano kilka czynników roboczych dla kogeneracyjnej mikroelektrowni domowej.

Sprawność ogólną obiegu ORC można zdefiniować następująco (z pominięciem pracy pompy):

$$\eta = \frac{w_T}{q_k} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} \quad (3.1)$$

Entalpię właściwą h_1 oraz h_2 w wyrażeniu (3.1) można zapisać w postaci funkcji stanu nasycenia cieczy oraz entalpii właściwej h_3 czynnika przed ekspansją w obiegu podkrytycznym:

$$h_1 = h_3 + c_p(T_1 - T_2) + h_{lv_1} \quad (3.2)$$

a dla obiegu nadkrytycznego: $h_1 = h_3 + c_p(T_1 - T_2)$

$$h_2 = h_3 + x_2 h_{lv_2} + \Delta h_{superheat} \quad (3.3)$$

Zależność (3.3) jest ogólnym wyrażeniem opisującym stan pary po jej ekspansji w turbinie. W przypadku czynników suchych $x_2 = 1$, zaś w przypadku czynników mokrych $\Delta h_{superheat} = 0$. Oba przypadki opisane powyżej można zapisać w postaci jednego wyrażenia:

$$h_2 = h_3 + \Delta H(T_2) \quad (3.4)$$

Podstawiając zależności (3.2)÷(3.4) do (3.1) otrzymuje się wyrażenie opisujące sprawność podkrytycznego obiegu w postaci:

$$\eta = \frac{h_2 + c_p(T_1 - T_2) + h_{lv1} - h_3 - \Delta H(T_2)}{h_3 + c_p(T_1 - T_2) + h_{lv1} - h_3} = 1 - \frac{\Delta H(T_2)}{c_p(T_1 - T_2) + h_{lv1}} \quad (3.5)$$

a dla obiegu nadkrytycznego:

$$\eta = \frac{h_2 + c_p(T_1 - T_2) - h_3 - \Delta H(T_2)}{h_3 + c_p(T_1 - T_2) - h_3} = 1 - \frac{\Delta H(T_2)}{c_p(T_1 - T_2)} \quad (3.6)$$

Różnica temperatury kondensacji i parowania może być wyrażona za pomocą sprawności obiegu *Carnota* i wówczas otrzymuje się dla obiegu podkrytycznego:

$$\eta = 1 - \frac{\frac{\Delta H(T_2)}{h_{lv1}}}{\frac{c_p T_1}{h_{lv1}} \eta_c + 1} = 1 - \frac{\frac{\Delta H(T_2)}{h_{lv1}}}{Ja(T_1) \eta_c + 1} \quad (3.7)$$

a dla nadkrytycznego:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\frac{c_p T_1}{\Delta H(T_2)} \eta_c} = 1 - \frac{1}{Ja(T_1, T_2) \eta_c} \quad (3.8)$$

Analiza zależności (3.8) dla obiegu podkrytycznego umożliwia stwierdzenie, że całkowita sprawność obiegu jest funkcją stosunku $\Delta H(T_2)/h_{lv1}$ oraz liczby *Jakoba*. Z zależności (3.7) wynika bezpośrednio, że powinno się rozpatrywać czynniki o dużym stosunku $\Delta H(T_2)/h_{lv1}$ oraz małej wartości c_p/h_{lv1} . Podobna analiza może być wykonana przy użyciu wzoru (3.8).

Tablica 1. Sprawność obiegu oraz wartość liczby *Jakoba* i wielkości $\Delta H(T_2)/h_{lv1}$

czynnik	η_R	η_c	$\eta_b=\eta_R/\eta_c$	$Ja(T_1)$	$\Delta H(T_2)/h_{lv1}$
SES36	0,205	0.271	0.755	9.467	3.181
R141b	0,178	0.317	0.563	42.055	4.042
C ₂ H ₅ OH	0.201	0.271	0,742	4.51	1.669
R134a	0.070	0.122	0.574	21.723	2.002

Wartości $\Delta H(T_2)/h_{lv1}$ oraz $Ja(T_1)$ zostały wyznaczone dla czynników rozpatrywanych w niniejszej pracy i zamieszczone w tablicy 1. Symbolem η_C opisano sprawność obiegu Carnota, zaś η_b oznacza sprawność egzergetyczną obiegu.

4. Metoda projektowania podstawowych elementów obiegu ORC mikroelektrowni

W oparciu o dotychczasowe doświadczenie, jakie zdobyto w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN przewiduje się, że turbiną z czynnikiem niskowrzącym będzie jednostopniowa turbina typu promieniowego. Wstępną koncepcję turbiny parowej przedstawiono na rys. 5.

Jednym z ważniejszych problemów domowej *mikrosiłowni kogeneracyjnej* jest zaprojektowanie wymienników ciepła o możliwie jak najmniejszych wymiarach, gdyż decydują one o wymiarach całej mikrośilowni. Minimalizacja wymiarów mikrośilowni to jedno z podstawowych kryteriów jej efektywności. W mikrośilowni występują dwa podstawowe wymienniki, tj. parownik i skraplacz. W parowniku, olej podgrzany w kotle podgrzewa czynnik roboczy do temperatury wrzenia, a następnie odparowuje, zaś w skraplaczu czynnik roboczy skraplając się podgrzewa wodę użytkową (np. do celów ogrzewania pomieszczeń). Kompaktowe wymienniki muszą być wykonane w oparciu o najnowsze materiały i technologie, aby zapewnić właściwą pracę całej mikrośilowni. Przewiduje się, że będą to rekuperatory płytowe, a na płytach będą wykonane mikrokanały, np. przez nacinanie (techniką laserową) lub za pomocą trawienia chemicznego (techniką stosowaną w wykonawstwie drukowanych obwodów elektronicznych). Takie rekuperatory wymagają opracowania nowej metody ich obliczania.

Istnieją dwa rodzaje zadań obliczeniowych dotyczące wymienników ciepła:

1. Dane są wymiary wykonanego wymiennika, a należy określić parametry jego pracy.
2. Dane są parametry pracy wymiennika, a poszukiwane są jego wymiary.

To drugie zadanie jest znacznie trudniejsze. Projektowane rekuperatory dla mikrośiłowni powinny, oprócz relatywnie niewielkich wymiarów, spełniać dodatkowe kryteria takie jak:

- założony poziom maksymalnego spadku ciśnienia,
- nie może być przekroczona minimalna różnica temperatury pomiędzy czynnikami wymieniającymi ciepło,
- wymienniki muszą spełniać określone uwarunkowania technologiczne,
- należy spełnić warunek ekonomiczności konstrukcji.

Podstawowym zadaniem mikrośiłowni kogeneracyjnej jest dostarczenie odpowiedniej, założonej ilości ciepła do celów użytkowych. Stąd też proces obliczeniowy rozpoczyna się od wyznaczenia wymiarów skraplacza, który musi zapewnić określoną ilość ciepła przekazywanego wodzie użytkowej. Szczególnie ważny jest spadek ciśnienia w mikrowymiennikach, gdyż wpływa on istotnie na parametry obiegu mikrośiłowni, a w rezultacie na jej sprawność termiczną i walory ekonomiczne całej instalacji.

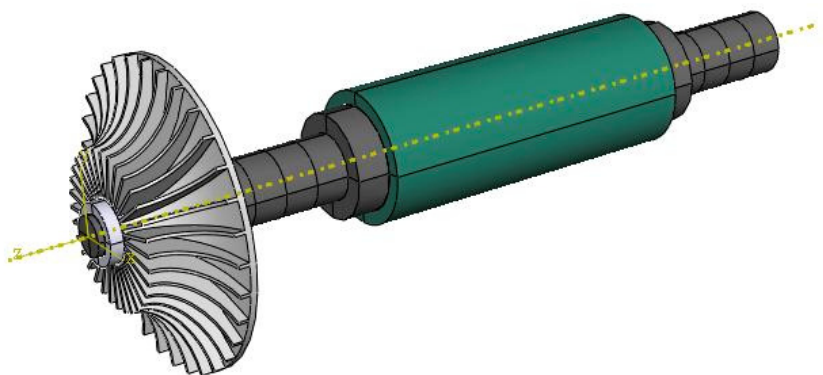
Przyjęto, że procesy skraplania i parowania odbywają się wewnątrz mini-kanalów rekuperatora. W obliczeniach termodynamicznych i przepływowych uwzględnia się spadek ciśnienia spowodowany głównie przepływem dwufazowym. Podstawowymi parametrami opisującymi przepływ dwufazowy są: mnożnik dwufazowy R , stopień wypełnienia kanału φ (określający objętość lub przekrój zajmowane przez fazę parową), stopień suchości x : ($x = (h - h_L)/h_{LG}$), gdzie h jest lokalną wartością entalpii w danym przekroju przepływu, h_L – entalpią właściwą cieczy, h_{LG} – ciepłem parowania, zaś symbol s oznacza poślizg: $s = w_G/w_L$ (wyrażony jako stosunek średniej prędkości pary do średniej prędkości cieczy). Powyższe trzy parametry są ze sobą związane zależnością:

$$\frac{x}{1-x} = \frac{\varphi}{1-\varphi} s \frac{\rho_G}{\rho_L} \quad (4.1)$$

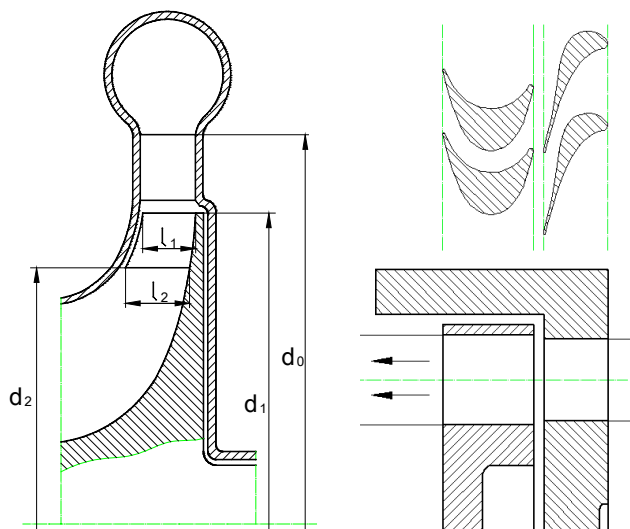
Mnożnik dwufazowy R jest zdefiniowany zależnością:

$$R = \frac{\Delta p_{TP}}{\Delta p_O} \quad (4.2)$$

a)



b)



Rys. 5. Projekt turbiny pracującej z czynnikiem niskowrzącym w obiegu ORC;
a) widok, b) przekrój

Wielkość Δp_{TP} w zależności (4.2) oznacza straty ciśnienia w przepływie dwufazowym, a Δp_O całkowity spadek ciśnienia w przepływie, w którym występowałaby tylko ciecz lub gaz, czyli: $\Delta p_O = \Delta p_{LO}$ dla cieczy lub $\Delta p_O = \Delta p_{GO}$ dla pary.

Całkowity spadek ciśnienia w kanale Δp_{TP} jest sumą trzech składowych:

$$\Delta p_{TP} = \Delta p_f + \Delta p_{ac} + \Delta p_h \quad (4.3)$$

Wielkość $\Delta p_f = R \Delta p_{LO}$ w zależności (4.3) oznacza spadek ciśnienia spowodowany tarciem. Człon związany z przyspieszeniem przepływu (fazy ciekłej i parowej), w związku ze zmianą stopnia suchości x jest opisany wyrażeniem:

$$\Delta p_{ac} = \Delta \left[\frac{x^2}{\rho_G \varphi} + \frac{(1-x)^2}{\rho_L (1-\varphi)} \right] \quad (4.4)$$

zaś spadek ciśnienia spowodowany pokonaniem ciśnienia hydrostatycznego:

$$\Delta p_h = [\rho_L(1-\varphi) + \rho_G \varphi] g l \quad (4.5)$$

Spadek ciśnienia w przypadku przepływu samej tylko cieczy w ilości całkowitego natężenia przepływu wynosi:

$$\Delta p_{LO} = (l/d) c_{fLO} G^2 / (2\rho_L) \quad (4.6)$$

gdzie: w przypadku przepływu turbulentnego współczynnik tarcia wyznacza się z zależności *Blasiusa*:

$$c_{fLO} = 0.3164 \text{Re}^{-0.25}, \text{ gdzie } \text{Re} = Gd/\mu_L \quad (4.7)$$

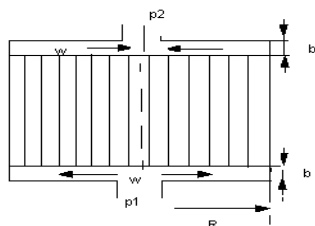
a w przypadku przepływu laminarnego:

$$c_{fLO} = 64/\text{Re} \quad (4.8)$$

Pozostałe oznaczenia to: d – średnica rurki, G [kg/m²s] – całkowity masowy strumień przepływu cieczy dwufazowej, c_{fLO} – współczynnik oporu tarcia cieczy jednofazowej liczony dla całkowitego natężenia przepływu cieczy dwufazowej G , ρ_l – gęstość cieczy.

Największy problem stanowi wyznaczenie *tarciowego* spadku ciśnienia Δp_f . W literaturze występuje wiele korelacji eksperymentalnych i teoretycznych, opisujących ten człon, lecz ich użyteczność jest jednak ograniczona bądź to do konkretnych czynników, bądź też do określonego zakresu stopnia suchości pary [11].

Wymianę ciepła podczas wrzenia w parowniku wyznaczono korzystając z własnego modelu przepływu dwufazowego, *Mikielewicz* i inni [12]. W wymiennikach mikroelektrowni, ze względu na dużą ilość mikrokanałów, które połączone są z kolektorami rozdzielającym i zbierającym, przyjęto uproszczony model kolektora z nieskończoną ilością kanałów (rys. 6). Dla uproszczenia przyjęto też, że w wymiennikach ciepła jest realizowany ekwiwalentny przepływ jednofazowy cieczy, której właściwości fizyczne są stałe. Warunki wymiany ciepła są ustalone, a przepływ można traktować jako jednowymiarowy. Założona została również wartość różnicy ciśnienia pomiędzy ciśnieniem na wejściu do kolektora rozdzielającego i na wyjściu z kolektora zbiorczego.



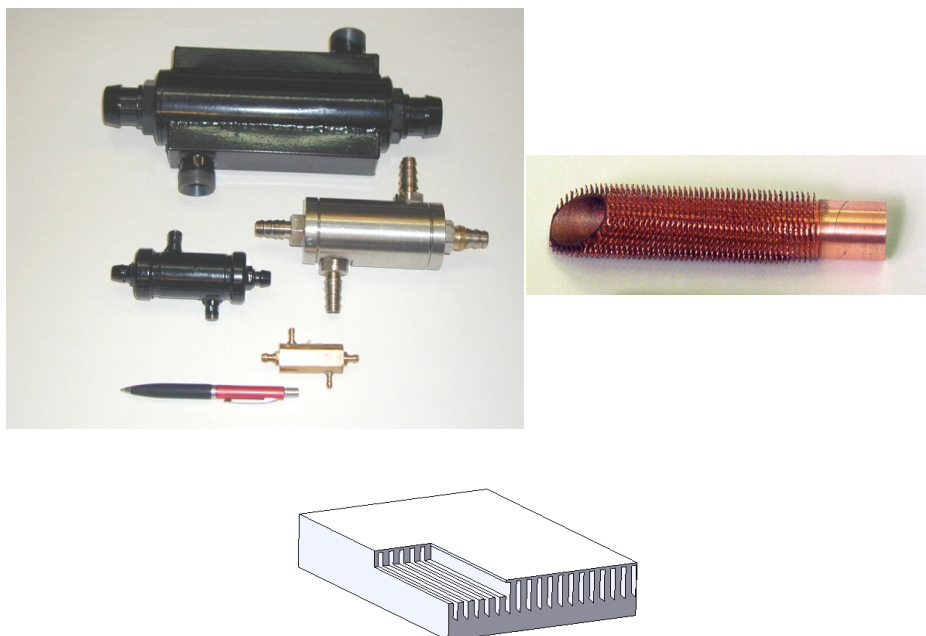
Rys.6. Schemat wymiennika ciepła z kolektorami: rozdzielającym i zbiorczym

Przyjmując jako pierwsze przybliżenie, że rozkład prędkości w rurkach wymiennika ciepła jest stały, otrzymuje się z bilansu masy pierwsze przybliżenie rozkładu prędkości. Wprowadzając rozkład prędkości do równań bilansu pędu uzyskuje się równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu opisujące rozkład ciśnienia w kolektorach. Wpływa on istotnie na spadki ciśnienia w mikrokanalach wymienników ciepła. Całkowita różnica ciśnienia między kolektorami powoduje przepływ czynnika w rurkach. Jest ona proporcjonalna do pierwiastka z różnicy ciśnienia. Na tej podstawie można uzyskać nowy, nierównomierny rozkład prędkości w rurkach, który z kolei pozwala na określenie nowego rozkładu prędkości i nowego rozkładu ciśnienia w kolektorach. Prowadząc kolejne iteracje można wyznaczyć rozkłady prędkości w rurkach i ciśnienia w kolektorach, dla założonej różnicy ciśnienia między dopływem i odpływem czynnika z kolektorów. Konstrukcje współczesnych mikro wymienników ciepła przedstawia rys. 7. Kompaktowe mikrowymienniki prowadzą do 14-krotnego wzrostu powierzchni wymiany ciepła dla danej objętości.

W celu ustalenia parametrów oraz wymiarów podstawowych elementów siłowni przeprowadzono obliczenia termodynamiczne dla stanu ustalonego, biorąc pod uwagę specyfikę siłowni, wynikającą m.in. z jej małych wymiarów oraz rodzaju zastosowanego czynnika roboczego (dla obiegów podkrytycznych i nadkrytycznych). W obliczeniach parametrów obiegu uwzględniono spadki ciśnienia spowodowane przepływem czynnika.

Do obliczeń projektowych przyjęto, że znane są parametry pary na dopływie do turbiny (p_1 , T_1), temperatura cieczy chłodzącej na wlocie i na wylocie ze skraplacza (T_{1w} , T_{2w}) oraz warunki panujące w kotle po stronie gazu (T_g , α_g). Założono sprawności pompy η_p i turbiny η_T . Przyjęto także, że znane jest zapotrzebowanie na energię cieplną $Q_s = 20 \text{ kW}$. Założenie zapotrzebowania na ciepło umożliwia porównanie różnych czynników roboczych i określenie ich „zdolności” do produkcji energii elektrycznej przy tej samej ilości wytwarza-

nego ciepła. W analizie uwzględniono poziom temperatury ogrzewanej wody na wejściu i wyjściu ze skraplacza, odpowiednio 20 °C i 50 °C, temperaturę oleju na wlocie 250 °C, sprawność turbiny i pompy – odpowiednio 0.8 i 0.95. Średnica mikrokanalów parownika i skraplacza typu płaszczowo-rurowego wynosi $d = 3$ mm. W tablicy 2 podano wyniki obliczenia spadków ciśnienia, czyli Δp_K w skraplaczu oraz Δp_{CH} w parowniku. Symbolami L_{rK} i L_{rCH} oznaczono długość skraplacza i parownika.



Rys. 7. Współczesne mikrowymienniki ciepła

Tablica 2. Spadki ciśnienia w skraplaczu i parowniku oraz ich podstawowe wymiary

Czynnik	Δp_K	Δp_{CH}	D_K	D_S	L_{rK}	L_{rCH}	$\dot{m}$	η_{th}	N_{nett}
	kPa	kPa	M	M	m	m	kg/s	%	kW
R141b	0.33	8.51	0.1	0.1	1.44	1.23	0.09	15	3.76
R123	0.35	8.91	0.1	0.1	1.13	1.25	0.11	14	3.43
R134a	0.44	2.82	0.1	0.1	0.48	1.31	0.14	5	1.17
Ethanol	0.34	1.23	0.1	0.1	0.99	0.25	0.024	10	2.42

W oparciu o własne modele matematyczne przeanalizowano dynamikę pracy wymienników ciepła. Procesy wrzenia lub kondensacji w przepływie wewnątrz kanałów występują w wielu urządzeniach technicznych. Ich właściwy opis to kluczowe zagadnienie w projektowaniu generatorów pary i kondensatorów siłowni konwencjonalnych, jak też mikrosiłowni. Proces wrzenia w przepływie jest złożony. Występuje w nim szereg skomplikowanych zjawisk a równania dynamiki parowania i skraplania są silnie nieliniowe.

W pracy wykorzystano uproszczony opis dynamiki procesu realizowanego w parowniku, oparty o dwa równania bilansu masy i pędu. Do rozważań przyjęto homogeniczny model przepływu dwufazowego para-ciecz, z możliwością uwzględnienia poślizgu międzyfazowego. W analizie pominięto przypadek, gdy na końcu kanału tworzy się strefa pary przegrzanej, bowiem niewiele ona wpływa na dynamikę przepływu w kanale; zawiera ona relatywnie niewielką masę i dlatego może być pominięta. Uzyskano układ równań pozwalający na zbadanie stabilności układu na wymuszone zakłócenia. Wykazano, że parownik i skraplacz pracują stabilnie w obiegu mikrosiłowni parowej.

4. Badania eksperymentalne

Oprócz prac teoretycznych prowadzone są intensywnie prace eksperymentalne. W dotychczasowych projektach mikroelektrowni korzystano ze zdobytej techniki chłodniczej, wykorzystując jako *ekspander* sprężarkę spiralną. W badaniach wstępnych prowadzono proces ekspansji również za pomocą ekspandera spiralnego. Rys. 8 przedstawia widok i schemat mikroelektrowni z ekspanderem spiralnym. Według badań własnych i innych badaczy ekspander ten jest jednak mało efektywny i osiąga sprawność wewnętrzną nie przekraczającą 50%.

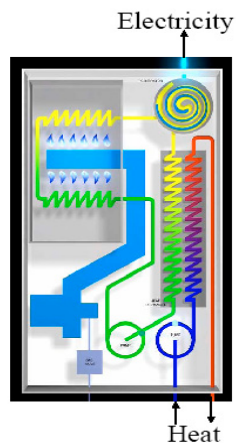
Kolejna próba realizacji ekspansji za pomocą turbiny łopatkowej okazała się bardziej efektywna, gdyż uzyskano sprawność sięgającą 80%. Dalsze badania będą prowadzone z zastosowaniem mikroturbiny opracowanej wg własnego projektu.

W Politechnice Gdańskiej zbudowano stanowisko eksperymentalne symulujące pracę mikroelektrowni, na którym przeprowadzono już wstępne pomiary parametrów obiegu, współczynników wymiany ciepła w wymiennikach (metodą *Wilsona*) oraz sprawności ekspandera spiralnego. Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 9, zaś widok stanowiska na rys. 10 i 11. Otrzymane wyniki są zachęcające. Sprawność termiczna obiegu mieściła się w przedziale 5÷12%, przy sprawności obiegu Carnota 26÷30% oraz sprawności wewnętrznej ekspandera spiralnego w zakresie 30÷50%. W dalszych badaniach ekspe-

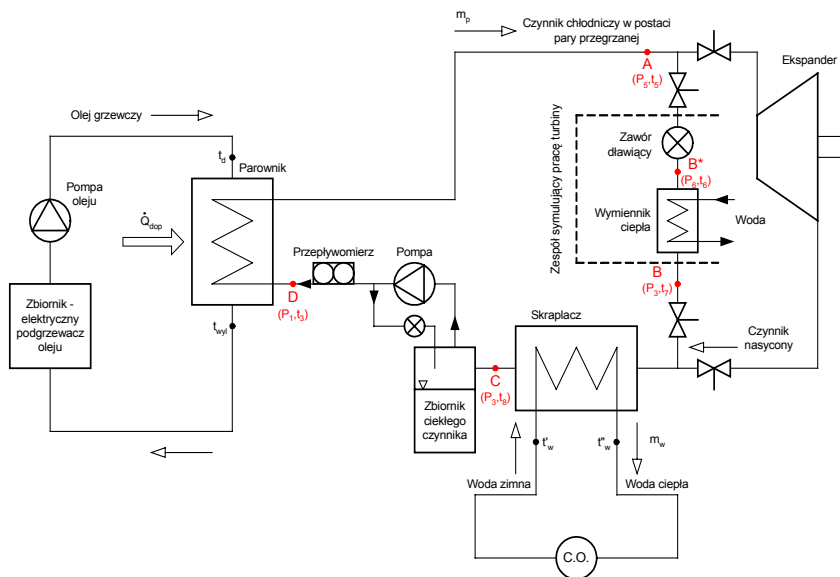
rymentalnych ekspander (odwrócona chłodnicza sprężarka spiralna) będzie zastąpiony mikroturbiną własnej konstrukcji.

ORC/Scroll Expander

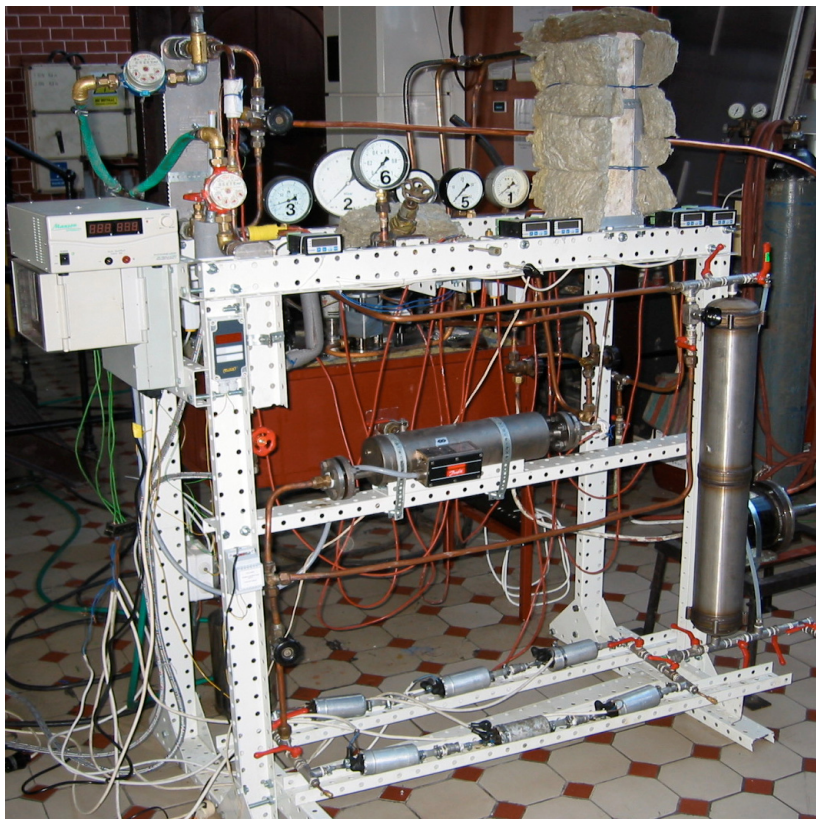
ORC prototype module
Fitted inside boiler casing



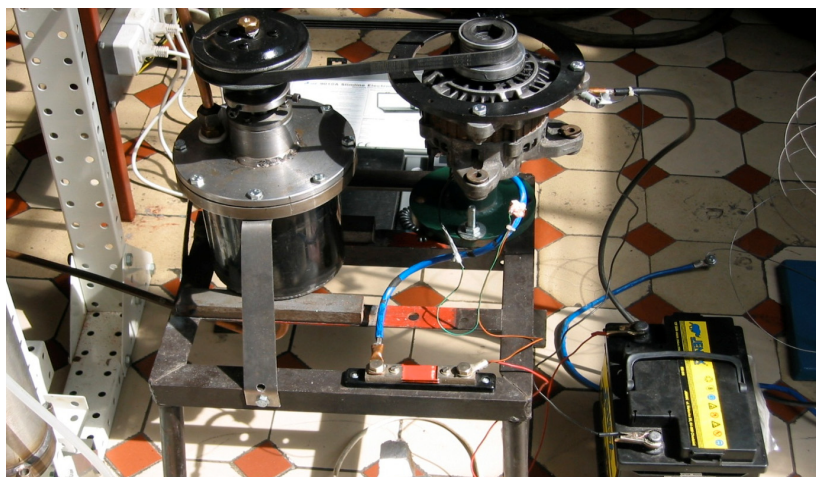
Rys. 8. Mikrośilownia z ekspanderem spiralnym



Rys. 9. Schemat stanowiska pomiarowego



Rys. 10. Widok ogólny stanowiska eksperymentalnego



Rys. 11. Widok stanowiska z ekspozycją ekspandera sprzęgniętego z alternatorem samochodowym

6. Wnioski

Wydaje się, że propozycja rozwijania mikrośilowni kogeneracyjnej jest bardzo atrakcyjna i może stać się „polskim hitem”. Badania nad powstaniem takiej mikrośilowni muszą się skupić na rozwiązaniu szeregu wymienionych tu problemów o charakterze teoretycznym, jak i eksperymentalnym. Kolejnym wyzwaniem jest koncepcja mikroturbiny. Już bardzo wiele jednostek badawczych na świecie zaangażowało się w rozwój takiego urządzenia, niestety na razie bez większych sukcesów. W dalszych analizach obiegów ORC nie można wykluczyć możliwości zastosowania obiegów nadkrytycznych. Prace takie rozpoczęto już w IMP PAN w Gdańsku. Z wyników obliczeń wynika, że dobrymi czynnikami do zastosowania w mikrośilowni jest czynnik SES36 stosowany do chłodzenia elementów elektronicznych w komputerach, etanol oraz R141b. Perspektywnym czynnikiem roboczym w mikrośilowniach wydaje się być alkohol etylowy. Dotyczą one sprawności i mocy układów z tymi czynnikami. Zaproponowano nowe kryterium doboru czynnika roboczego w obiegach podkrytycznych i nadkrytycznych. W Katedrze Techniki Ciepłej Politechniki Gdańskiej, we współpracy z IMP PAN, powstał prototyp mikrośilowni o obiegu ORC. Posłuży on do zdobycia dalszych doświadczeń eksploatacyjnych tego urządzenia.

LITERATURA

1. MIKIELEWICZ J., BYKUĆ S., MIKIELEWICZ D.: *Application of renewable energy sources to driver Organic Rankine Cycle micro CHP*, Proc. of Heat Transfer and Renewable Sources of Energy, 329-336 Międzyzdroje 2006.
2. MIKIELEWICZ D., MIKIELEWICZ J.: *Mikrośilownie – nowe zastosowanie czynników chłodniczych*, Technika chłodnicza i klimatyzacyjna 3/2008.
3. MAIZZA V., MAIZZA A.: *Unconventional working fluids in organic Rankine-cycles for waste energy recovery systems*, Applied Thermal Engineering, 21, 381-390, 2001.
4. MAGO P.J., CHAMRA L. M., SRINIVASAN K., SOMAYAJI C.: *An examination of regenerative organic Rankine cycles using dry fluids*, International Journal of Applied Sciences, available online 2007.
5. BORSUKIEWICZ-GOZDUR A., NOWAK W.: *Comparative Analysis of Natural and Synthetic Refrigerants in Application to Low Temperature Clausius-Rankine Cycle*, Energy 32, 344-352, 2007.
6. HUNG T.C.: *Waste heat recovery of organic Rankine cycle using dry fluids*, Energy Conversion and Management. 42, 539-553, 2001.
7. LIU B.T., CHIEN K-H, WANG C-C.: *Effect of working fluids on organic Rankine cycle for waste heat recovery*, Energy, 29, 1207-1217, 2004.

8. WEI D., LU X., LU Z., GU J., *Performance analysis and optimisation of organic Rankine cycle (ORC) for waste heat recovery*, Energy Conv. and Manag, 1113-1119, 2007.
9. SALEH B., KOGLBAUER G., WENDLAND M., FISCHER J.: *Working fluids for low-temperature organic Rankine cycles*, Energy, 32, 1210-1221, 2007.
10. HETTIARACHCHI H.D.M., GLOUBOVIC M., WOREK W.M., IKEGAMI Y.: *Optimum design criteria for an Organic Rankine cycle using low-temperature geothermal heat sources*, Energy, 32, 1698-1706, 2007.
11. ZIVI S.M.: *Estimation of steady state steam void fraction by means of the principle of minimum entropy production*, Trans. ASME (J. Heat Transfer), 86, 247-252, 1964.
12. MIKIELEWICZ D., MIKIELEWICZ J., TESMAR J.: *Improved semi-empirical method for determination of heat transfer coefficient in flow boiling in conventional and small diameter tubes*, Int. Journal of Heat and Mass Transfer, 50, 3949-3956, 2007.

Abstract

DOMESTIC MICRO CHP

In Institute of Fluid Flow Machinery PAN, Gdańsk is carried out research on Micro CHP based on ORC cycle, for domestic usage. In nearest future Micro CHP combined with boiler replace conventional boiler for domestic heating purpose and for producing electricity. Advantage of domestic CHP is its compactibility and small sizes. Small sizes of CHP are obtained due to application of new materials and new contemporary micro technology. New arrangement of CHP needs to solve many fundamental theoretical and experimental problems. One of them is selection of proper working fluid. An other problem is to work out new mathematical models for evaporator and condenser. In paper analysed is also problems of dynamic behaviour of heat exchangers basing on own mathematical models. Beside of theoretical works experimental research is currently conducted.