



Profesor  
ZDZISŁAW I.  
PAWLAK

DOKTOR  
HONORIS  
CAUSA  
POLITECHNIKI  
POZNAŃSKIEJ

podstawy  
informatyki

podstawy  
informatyki

Profesor  
ZDZISŁAW I.  
PAWLAK

DOKTOR  
HONORIS  
CAUSA  
POLITECHNIKI  
POZNAŃSKIEJ

---

Poznań 2002

OPRACOWANIE  
Zespół pod redakcją mgr Krystyny Długosz

OPRACOWANIE GRAFICZNE, ŁAMANIE  
mgr Jarosław Szelągowski

© Politechnika Poznańska.  
Poznań 2002

ISBN 83-7143-428-6

DRUK:  
Zakład Graficzny Politechniki Poznańskiej  
61-821 Poznań,  
ul. Ogrodowa 11,  
tel. +48 (61) 8525425

## SPIS TREŚCI

PROF. DR HAB. JERZY DEMBCZYŃSKI – JM REKTOR POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ <b>SŁOWO WSTĘPNE</b> .....	5
PROF. DR HAB. ROMAN SŁOWIŃSKI – PROMOTOR <b>LAUDATIO</b> .....	7
PROF. DR HAB. INŻ. ZDZISŁAW I. PAWLAK <b>PODZIĘKOWANIE</b> .....	15
PROF. DR HAB. INŻ. ZDZISŁAW I. PAWLAK <b>KOMPUTERY I NAUKA</b> .....	21
<b>ŻYCIORYS DOKTORA HONORIS CAUSA</b> .....	31
<b>UZASADNIENIE WNIOSKU O NADANIE PROF. DR. HAB. INŻ. ZDZISŁAWOWI I. PAWLAKOWI TYTUŁU DOKTORA HONORIS CAUSA POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ</b> .....	35
<b>RECENZENCI DOKTORATU HONOROWEGO: PROF. DR HAB. INŻ. ANDRZEJ CZYŻEWSKI PROF. DR HAB. INŻ. JAN ZABRODZKI PROF. DR HAB. INŻ. ALICJA WAKULICZ-DEJA,</b> .....	39
<b>UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ</b> .....	41

## SŁOWO WSTĘPNE

### Szanowni Państwo,

Każdego dnia jesteśmy świadkami ogromnych przemian cywilizacyjnych, które nie dokonałyby się bez udziału nauk informatycznych. Postęp w każdej dziedzinie nauki i życia codziennego jest wynikiem ogromnej pracy pionierów informatyki. To oni zapoczątkowali i przyspieszyli zmiany, które w konsekwencji doprowadziły do powstania ery społeczeństwa informacyjnego.

Dziś nadszedł czas aby podziękować, jednym z pionierów informatyki w Polsce i na świecie, bohaterowi uroczystości, szanownemu Laureatowi, profesorowi Zdzisławowi I. Pawlakowi. Zaslugi profesora w dziedzinie informatyki są cenione na całym świecie. To dzięki jego pracy powstała pierwsza maszyna cyfrowa w Polsce, był też pierwszym Polakiem, którego praca naukowa z informatyki opublikowana została w prestiżowym piśmie zachodnim. Profesor Pawlak jako pierwszy na świecie podał matematyczny model kodów genetycznych DNA, a stworzony przez Laureata model maszyny bezadresowej zyskał wielkie uznanie naukowców. Jego bogaty dorobek naukowy stale się powiększa; z wdzięczamy Mu fundamentalne prace na temat teorii zbiorów przybliżonych i obliczeń granularnych.

Współpraca profesora Zdzisława I. Pawlaka z Instytutem Automatyki, a później Instytutem Informatyki Politechniki Poznańskiej zapoczątkowana została w latach siedemdziesiątych i trwa do dziś.

W uznaniu zasług dla działalności naukowo-badawczej Profesora, a w szczególności zaznaczenia istotnej roli Polski w dziedzinie informatyki nadaliśmy Mu tytuł doktora honoris causa naszej Uczelni. Wniosek Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej poparły również Senaty Politechnik: Warszawskiej, Gdańskiej oraz Uniwersytetu Śląskiego.

Cieszymy się, że mogliśmy w ten skromny sposób uhonorować naukowca o światowym prestiżu i przyjaciela Politechniki Poznańskiej.



Prof. dr hab. inż. Roman Słowiński  
Promotor

## LAUDATIO

poświęcone Panu prof. dr. hab. inż.  
Zdzisławowi I. Pawlakowi

**Magnificencjo Rektorze,  
Wysoki Senacie,  
Czcigodny Doktorze Honorowy,  
Szanowne Panie i Szanowni Panowie.**

Paul Valéry twierdził, że „*fakt dwuznaczny może być bardziej perfidny niż błąd rozumowania*”. Rzeczywiście, błąd w rozumowaniu można odkryć i naprawić, a fakt dwuznaczny takim pozostaje i pomieszany z faktami pewnymi może wszystko poddać w wątpliwość...

Wynika z tego, że fakty dwuznaczne powinny być wyodrębnione z wiedzy o danej rzeczywistości, by służyć ewentualnie wnioskowaniu przybliżonemu. Odrzucenie ich jest równie niedobre jak obojętność wobec ich dwuznaczności, bowiem dwuznaczność może być ważnym symptomem, należącym do specyfiki tej rzeczywistości.

Jaki jest jednak związek twierdzenia Valéry’ego z dzisiejszą uroczystością?

Otóż postulat wyodrębniania faktów dwuznacznych z wiedzy o danej rzeczywistości realizuje w pełni **teoria zbiorów przybliżonych** – genialnie prosta i ogólna teoria wnioskowania z danych, podana przez **Profesora Zdzisława I. Pawlaka**, któremu nasza uczelnia ma zaszczyt nadać dziś tytuł doktora honoris causa.

Implikacje propozycji Profesora Pawlaka są bardzo dalekie, i choć jej sedno dotyczy informatyki, to jest ona dziś badana i stosowana przez specjalistów z różnych dziedzin, łącznie z filozofią, prawem, naukami politycznymi i lingwistką.

Profesor Pawlak doszedł do sformułowania tej teorii po latach owocnej

pracy w zakresie teoretycznych podstaw informatyki. Można bez przesady powiedzieć, że życiorys naukowy Profesora Pawlaka jest wpleciony w pięćdziesięcioletnią historię rozwoju informatyki w Polsce i na świecie.

Jego pierwsza publikacja naukowa na temat generatorów liczb losowych, która ukazała się w 1953 roku w amerykańskim czasopiśmie *Mathematical Tables and Other Aids to Computation*, była pierwszym artykułem polskiego informatyka opublikowanym za granicą.

Doktorat na temat „Zastosowania teorii grafów do syntezy dekoderek” obronił w 1958 roku w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, a habilitację uzyskał pięć lat później w Instytucie Matematyki PAN, na podstawie monografii: „Organizacja maszyn bezadresowych”.

Tytuł profesora nadzwyczajnego otrzymał w 1971 roku, a tytuł profesora zwyczajnego w 1978 roku.

Członkiem korespondentem PAN został w 1983 roku, a od 1991 roku jest członkiem rzeczywistym PAN.

W działalności naukowej Profesora Pawlaka można wyodrębnić kilka istotnych okresów. Pierwszy z nich, przypadający na drugą połowę lat pięćdziesiątych, związany jest z powstaniem pierwszej w Polsce maszyny cyfrowej. W tym okresie Profesor Pawlak zajmował się zagadnieniami związanymi z organizacją maszyn cyfrowych i logiką działania systemów cyfrowych. Znakomitym osiągnięciem tego okresu było zaproponowanie nowej metody przedstawiania liczb w systemie pozycyjnym z ujemną podstawą (tzw. system „-2”). Metodę tę zastosowano do realizacji działań arytmetyczno-logicznych w arytmometrze eksperymentalnej maszyny liczącej, zbudowanej pod kierunkiem Profesora na Politechnice Warszawskiej.

W latach sześćdziesiątych główne prace z zakresu światowej informatyki dotyczyły zagadnień logiki maszyn cyfrowych, a szczególnie rozwój przeżywała teoria automatów. Profesor Pawlak interesował się wtedy organizacją maszyn bezadresowych sterowanych tzw. funkcją przejścia. Podał nowy model formalny maszyny bezadresowej, różny od maszyny Turinga i automatów Rabina-Scotta, który wzbudził duże zainteresowanie na świecie i został w literaturze nazwany „maszyną Pawlaka”.

Po tych pracach zaproszono Profesora do zespołu pracującego w Stanach Zjednoczonych nad budową pierwszego równoległego

superkomputera. Niestety, z uwagi na odmowę wydania paszportu przez ówczesne władze, wyjazd ten nie doszedł do skutku.

Kolejny okres działalności naukowej Profesora Pawlaka przypada na lata siedemdziesiąte i jest związany z zagadnieniami systemów wyszukiwania informacji. To okres, gdy systemy informacyjne, a także języki wyszukiwawcze, były w informatyce przedmiotem szczególnego zainteresowania, bowiem od systemów informatycznych oczekiwano sprawnego dostarczania aktualnej informacji wyselekcjonowanej z coraz to obszerniejszych zbiorów danych. Podany przez Profesora Pawlaka model formalny systemu informacyjnego i języka wyszukiwania informacji pozwolił na stworzenie jednolitej teorii systemów informacyjno-wyszukiwawczych i umożliwił wielostronną analizę efektywności działania takich systemów.

W tym okresie Profesor Pawlak interesował się również formalnymi modelami DNA. Podany przez niego formalny model kodów genetycznych Cricka i Watsona był pierwszym na świecie modelem matematycznym DNA.

Ostatni okres działalności naukowej Profesora Zdzisława Pawlaka, który od początku lat osiemdziesiątych trwa do dziś, dotyczy fundamentalnych prac związanych z podaną przez Profesora teorią zbiorów przybliżonych i obliczeń granularnych.

To od niej zacząłem tę laudację, gdyż jest ona niewątpliwie największym osiągnięciem naszego Laureata. Teoria ta, zrywając z kantorowską definicją zbioru, pozwala znaleźć odpowiedzi na wiele podstawowych pytań z zakresu matematyki, informatyki, sztucznej inteligencji, teorii decyzji, teorii konfliktów, uczenia maszynowego, odkrywania wiedzy i sterowania. U jej podstaw leży obserwacja, że wiedza o obiektach danego świata jest granularna – obiekty opisane taką samą informacją są nierozróżnialne i tworzą tzw. zbiory elementarne, czyli granule wiedzy o tym świecie. Chcąc wyrazić jakieś pojęcie, dotyczące konkretnego zbioru obiektów, w kategoriach wiedzy o świecie, z którego te obiekty pochodzą, spotkamy się w ogólności z sytuacją, że pojęcie to nie jest dokładnie wyrażalne przez dostępne granule; innymi słowy, suma zbiorów elementarnych mających niepusty przekrój z naszym zbiorem obiektów nie pokrywa się z nim dokładnie. Ten zbiór – pojęcie może być zatem wyrażony w sposób przybliżony, za pomocą

zbiorów zwanych dolnym i górnym przybliżeniem – do dolnego przybliżenia zaliczane są zbiory elementarne (granule) należące w całości do naszego zbioru, a do górnego przybliżenia zaliczane są także te, które w części należą do tego zbioru. Różnica między górnym a dolnym przybliżeniem zwana jest brzegiem zbioru, który złożony jest właśnie z obiektów dwuznacznych, o których nie można powiedzieć z pewnością, że należą, albo że nie należą do naszego zbioru. Rozróżnienie wiedzy pewnej, reprezentowanej przez dolne przybliżenie, i wiedzy wątpliwej, reprezentowanej przez brzeg zbioru, ma kapitalne znaczenie dla procesu wnioskowania.

Teoria zbiorów przybliżonych jest komplementarna względem teorii zbiorów rozmytych i obliczeń elastycznych, z którą wspólnie dostarcza dzisiaj najlepszych narzędzi analizy danych obarczonych różnego rodzaju „niedoskonałościami”, jak dwuznacznością, niedokładnością, niespójnością, niekompletnością i niepewnością.

Od czasu ukazania się w *Journal of Information and Computer Science* pierwszej publikacji Profesora Pawlaka na temat teorii zbiorów przybliżonych w 1982 roku, na świecie ukazało się na ten temat przeszło 2000 publikacji. Publikacje te idą, albo w kierunku adaptacji i rozszerzeń tej teorii w celu rozwiązania nowych problemów naukowych, albo w kierunku rozlicznych zastosowań praktycznych.

Patrząc z naszego, poznańskiego punktu widzenia, jesteśmy wdzięczni Panu Profesorowi Pawlakowi, że zapoznał nas ze swoją koncepcją u jej początków i że z nami zechciał dokonywać pierwszych weryfikacji praktycznych – były to zastosowania teorii zbiorów przybliżonych do wspomagania decyzji w medycynie. W 1992 roku przypadł Poznaniowi zaszczyt zorganizowania pierwszego międzynarodowego seminarium na temat tej teorii. To seminarium zapoczątkowało serię konferencji międzynarodowych, które odbywały się w Kanadzie, USA, Japonii i w Polsce. Powstało również międzynarodowe towarzystwo naukowe *International Rough Set Society*.

Mimo wielkości swego autorytetu naukowego, Profesor Zdzisław Pawlak jest człowiekiem skromnym i życzliwym ludziom. Emanuje z niego entuzjazm i przyjazna zachęta dla młodych naukowców. Można też z nim porozmawiać na inne tematy niż informatyka – jest koneserem sztuki fotograficznej, a od pewnego czasu maluje obrazy, z których bije wrażliwość na subtelną grę światła w krajobrazie.

Szanowni Państwo, mamy oto zaszczyt uhonorować wybitnego uczonego, o wyjątkowych zasługach dla rozwoju informatyki w Polsce i na świecie, niestrudzonego w poszukiwaniu odpowiedzi na trudne i podstawowe pytania stawiane w nauce, człowieka o nieposzlakowanej opinii, wypróbowanego przyjaciela Politechniki Poznańskiej.

Uprzejmie proszę Magnificencję Rektora o wręczenie dyplomu o następującej treści.

Q. F. F.



F. Q. S.

W IMIENIU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
M Y  
REKTOR I SENAT POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ  
ORAZ  
DZIEKAN WYDZIAŁU ELEKTRYCZNEGO  
I  
PROMOTOR PRAWNIE USTANOWIONY  
ZA WSPÓLNĄ ZGODĄ SENATÓW  
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ, POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ I UNIWERSYTETU ŚLĄSKIEGO

N A D A L I Ś M Y

PROFESOROWI ZWYCZAJNEMU NAUK TECHNICZNYCH  
DOKTOROWI HABILITOWANEMU INŻYNIEROWI

## ZDZISŁAWOWI I. PAWLAKOWI

WYBITNEMU UCZONEMU W DZIEDZINIE MATEMATYCZNYCH PODSTAW INFORMATYKI,  
TWÓRCY TEORII ZBIORÓW PRZYBLIŻONYCH I METODYKI KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA  
PROCESÓW WNIOSKOWANIA PRZY NIEPEŁNEJ I NIEPRECYZYJNEJ INFORMACJI

W UZNANIU OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWEJ I PEDAGOGICZNEJ 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 DYPLÓM  
OPATRZONY PIECZĘCIĄ POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ WYSTAWILIŚMY

POZNAŃ, DNIA 10 KWIEŃNIA 2002 ROKU

JERZY DEMBCZYŃSKI  
REKTOR

BOLESŁAW ZAPOROWSKI  
DZIEKAN

ROMAN SŁOWIŃSKI  
PROMOTOR

Q. F. F.



F. Q. S.

SUMMIS AUSPICIIS SERENISSIMAE REI PUBLICAE POLONORUM  
NOS  
POLYTECHNICAE POSNANIENSIS RECTOR ET SENATUS  
ET  
FACULTATIS ELECTRICAE DECANUS  
ET  
PROMOTOR RITE CONSTITUTUS  
COMMUNI CONSENSU SENATUUM  
POLYTECHNICAE GEDANENSIS  
ET  
POLYTECHNICAE VARSOVIENSIS  
ET  
UNIVERSITATIS STUDIORUM SILESIACAE  
IN  
VIRUM CLARISSIMUM AC DOCTISSIMUM

## ZDISLAUMI I. PAWLAK

SCIENTIARUM TECHNICARUM PROFESSOREM ORDINARIUM  
DOCTOREM HABILITATUM MACHINATOREMQUE  
PRINCIPIORUM MATHEMATICORUM ARTIS INFORMATICAЕ INDAGATOREM SAGACISSIMUM  
QUI THEORIAM COLLECTIONUM APPROXIMATIVARUM DEFINIUIT ATQUE METHODOS INVENIT QUIBUS  
RATIOCINANDI PROCESSUS INFORMATIONE COMPLETA ET EXACTA EGENTES MACHINIS COMPUTATORIIS ADIUVANTUR  
QUI STUDIIS SUIS BONAE FRUGIS PLENIS ET DIDACTICA RATIONE ATQUE VIA OMNI LAUDE DIGNA DE SCIENTIIS ET  
ARTE TECHNICA PROMOVENDA OPTIME EST MERITUS

## HONORIS CAUSA DOCTORIS

NOMEN ET HONORES IURA ET PRIVILEGIA CONTULIMUS IN EIUSQUE REI FIDEM HASCE LITTERAS POLYTECHNICAE  
POSNANIENSIS SIGILLO SANCIENTAS CURAVIMUS

DATUM POSNANIAE DIE X MENSIS APRILIS ANNO MMII

GEORGIUS DEMBCZYŃSKI  
H.T. RECTOR

BOLESŁAW ZAPOROWSKI  
H.T. DECANUS

ROMANUS SŁOWIŃSKI  
PROMOTOR

## PODZIĘKOWANIE

**Jego Magnificencjo Panie Rektorze!  
Wysoki Senacie Akademicki!  
Wielce Szanowni Panie i Panowie!**

Wyróżnienie przez Politechnikę Poznańską najwyższym tytułem naukowym doktora honorowego jest dla mnie szczególnym zaszczytem i najważniejszym wyróżnieniem, jakie kiedykolwiek otrzymałem. Jest ono dla mnie tym bardziej cenne, iż otrzymuję je od społeczności akademickiej, należącej do czołówki światowej w zakresie mojej dziedziny. Miałem szczęście być związany z tą społecznością od dziesięcioleci nie tylko więzami współpracy naukowej, ale także koleżeństwa i przyjaźni.

Jak najserdeczniej pragnę podziękować Panu Rektorowi Profesorowi Jerzemu Dembczyńskiemu oraz Wysokiemu Senatowi Akademickiemu za uznanie mojej działalności za godną tytułu doktoratu honorowego tej wybitnej uczelni.

Moje serdeczne podziękowania kieruję także do inicjatorów mojego przewodu doktorskiego Dyrektorów Instytutu Informatyki Profesora Jacka Błazewicza i Profesora Jana Węglarza oraz Profesora Romana Słowińskiego a także Pana Dziekana Profesora Bolesława Zaporowskiego i wszystkich członków Rady Wydziału. Profesor Roman Słowiński, promotor mego przewodu, zasługuje na szczególne podziękowanie za podjęcie się trudu przygotowania laudacji oraz za jej wygłoszenie.

Słowa podziękowania kieruję również do Rektorów i Wysokich Senatów Akademickich, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Gdańskiej oraz Uniwersytetu Śląskiego, które powołały wybitnych uczonych na recenzentów mojego przewodu: Profesora Jana Zabrodzkiego, Profesora

ra Andrzeja Czyżewskiego i Profesor Alicję Wakulicz-Deję, którym składam niniejszym serdeczne podziękowanie.

Serdecznie dziękuję również Pani mgr Krystynie Długosz, kierownikowi Biura Rektora za przygotowanie tej pięknej uroczystości od strony organizacyjnej.

Dziękuję bardzo wszystkim przybyłym na tę podniosłą uroczystość za jej uświetnienie swą obecnością.

### **Szanowni Państwo!**

Moje pierwsze spotkanie z działalnością naukową nastąpiło w 1951 r. w Instytucie Matematycznym (obecnie PAN), gdzie, po ukończeniu studiów na Politechnice Warszawskiej, brałem udział w konstruowaniu - pod kierunkiem inż. Romualda Marczyńskiego – pierwszego w Polsce komputera. Znalazłem się w dość nietypowej dla absolwenta Politechniki sytuacji, zajmując się dziedziną, która w owym czasie stawiała pierwsze kroki, nie tylko w Polsce ale i na świecie. Istniał bowiem w owym czasie właściwie tylko jeden komputer (w dzisiejszym tego słowa rozumieniu) na Uniwersytecie w Cambridge. Dlatego też brak było wtedy w tej dziedzinie wiedzy, literatury, a co najważniejsze mistrzów, którzy by mogli pokierować rozwojem naukowym młodszych pracowników. W Instytucie Matematycznym wprowadziła pracę plejada wybitnych matematyków światowej sławy, np. Profesorowie: Karol Borsuk, Wacław Sierpiński, Kazimierz Kuratowski, Andrzej Mostowski, Roman Sikorski, Jerzy Łoś, Stanisław Mazur, Andrzej Grzegorzczak i inni – jednakże problematyka maszyn liczących, jak je wówczas nazywano, nie leżała, co zrozumiałe, w zasięgu ich zainteresowań. Praca w Instytucie Matematycznym, dała mi również możliwość kontaktu z innymi wybitnymi matematykami spoza Instytutu, jak np., Profesorami: Heleną Rasową, Kazimierzem Ajdukiewiczem, Hugo Seinhausem, Klemensem Szaniawskim i innymi. Ponadto, dzięki pracy w tym Instytucie miałem możliwość poznania niektórych najwybitniejszych matematyków dwudziestego wieku, takich jak np. Alfred Tarski, Stanisław Ulam, Samuel Eilenberg, Alonzo Church, Leon Henkin, Dana Scott, Laszlo Kalmar, Alfred Reny, Rozsza Peter, Andrej Kołmogorow, Borys Trachtenbrot, Borys Gniedenko, Andrej Markow, Andrej Tichonow i innych. Nie miało to oczywiście bezpośredniego wpływu na mój rozwój naukowy, jednakże atmosfera panująca w Instytucie i obcowanie niemal codziennie z wybitnymi uczonymi, wywarły pośrednie skutki na wiele spraw zwią-

zanych z moimi zainteresowaniami naukowymi. Natomiast w rozwiązywaniu konkretnych problemów dotyczących pracy naszego zespołu, każdy z nas musiał sobie radzić sam. Miało to, jak mi się wówczas wydawało, pewne zalety, pozwalało bowiem na dużą dozę samodzielności – ale jak dziś skłonny jestem sądzić wady takiej sytuacji były znacznie większe niż jej zalety. Nie miejsce tu, aby głębiej rozwijać ten temat; w każdym razie sytuacja ta w znacznym stopniu wpłynęła na kształtowanie mnie jako przyszłego pracownika naukowego, ze wszystkimi jej zaletami i wadami.

W niedługim czasie, kierownikiem tzw. Grupy Aparatów Matematycznych w Instytucie został logik Profesor Henryk Greniewski – człowiek o wielkiej kulturze, życzliwości dla innych i interesującej osobowości. Jemu zawdzięczam pierwsze zetknięcie się z interesującą mnie problematyką naukową. On pierwszy zorganizował seminarium na temat, tajemniczych dla mnie wówczas, algebr Boole'a i ich zastosowań do syntezy układów cyfrowych. Służył mi zawsze życzliwą poradą i zainteresowaniem nie tylko w sprawach naukowych. Nie waham się użyć tu stwierdzenia, że odegrał On istotną rolę w moim rozwoju naukowym.

Pierwsze seminarium naukowe, które zorganizowaliśmy w późniejszym czasie wspólnie z moim kolegą, wybitnym matematykiem o wszechstronnych zainteresowaniach, nie tylko matematycznych, dr Andrzejem Ehrenfeuchtem – na tematy teoretyczne związane z komputerami, algorytmami i logiką – niewątpliwie rozszerzyło znacznie moją wiedzę i horyzonty naukowe.

W późniejszych latach, dzięki licznej grupie koleżanek, kolegów i przyjaciół mogłem wraz z nimi rozwinąć istotnie badania nad zbiorami przybliżonymi i ich zastosowaniami. Profesorowie: Roman Słowiński, Andrzej Skowron, Lech Polkowski, Ewa Orłowska, Jerzy Grzymała-Busse, Wojciech Ziarko, Roman Świniarski, Anita Wasilewska, Krzysztof Słowiński, Urszula Wybraniec-Skardowska, Alicja Wakulicz-Deja, Andrzej Czyżewski, Bożena Kostek, Maria Semeniuk-Polkowska, Jerzy Stefanowski, Zbigniew Suraj, Jarosław Stepaniuk oraz zmarli niedawno Cecylia Rauszer i Adam Mrózek – istotnie rozwinęli aspekty matematyczne bądź zastosowania tej teorii. Bez ich wkładu dziedzina ta nie odniosłaby tak dużego sukcesu. Składam im za to gorące podziękowania.

Mojej Małżonce, Danucie, należą się serdeczne słowa wdzięczności za stworzenie mi warunków pozwalających na całkowite poświęcenie



się pracy naukowej. Bez jej codziennej troski nie byłoby to możliwe. Córce Dorocie zawdzięczam częstą pomoc i wsparcie w mojej pracy badawczej. Zięciowi Januszowi jestem winien podziękowania za wielokrotną pomoc w wielu sprawach komputerowych.

Moim, nieżyjącym już Rodzicom uroczystość ta sprawiłaby zapewne największą radość. Trudy i wyrzeczenia jakie ponieśli abym mógł się kształcić na pewno zostały w ten sposób wynagrodzone.



# KOMPUTERY I NAUKA

Motto:

*„Komputery są bezużyteczne.  
One nie stawiają pytań”.*

**Pablo Picasso**

## 1. WSTĘP

Rola komputera jako narzędzia współczesnej nauki jest powszechnie znana. Mniej znana jest natomiast szerszemu ogółowi druga rola komputerów w nauce – a mianowicie rola jako czynnika inspirującego nowe kierunki badań w wielu dziedzinach. Tej właśnie tematyce chciałbym poświęcić swoje wystąpienie. Oczywiście nie pretenduję do całkowitego omówienia tematu, a ograniczę się jedynie do wąskiego jego fragmentu, związanego z niektórymi problemami matematyki, dziedziny „odpornej” na „uroki” komputerów.

Powstanie współczesnych komputerów zapoczątkowało powrót do postawienia pytania czym jest matematyka, logika etc. Są to pytania nie tylko ważne metodologicznie, ale mają one swoje głębokie praktyczne uzasadnienie na gruncie informatyki. W szczególności pojęcia zbioru i wnioskowania okazały się ważne nie tylko dla matematyków, logików czy filozofów, ale badania nad nimi dostały nowego impulsu dzięki informatyce i jej zastosowaniom.

Zagadnienia te chciałbym krótko omówić w swym wystąpieniu. Nim jednak przystąpię do głównego tematu swych rozważań parę słów



chciałbym poświęcić komputerom jako narzędziu nauki, gdyż oba te zagadnienia są ze sobą ściśle związane.

## 2. KOMPUTERY JAKO NARZĘDZIE W BADANIACH NAUKOWYCH

Prawie we wszystkich dyscyplinach naukowych i technicznych komputery są nieodzownym narzędziem, spełniającym różnorodne role. Poniżej podaję kilka, jak sądzę najważniejszych, kierunków w tej dziedzinie:

- obliczenia w dużej skali (zastąpienie eksperymentu obliczeniem)
  - fizyka i chemia
  - genetyka i biologia molekularna
  - aero i hydrodynamika
  - inżynieria materiałowa
- wyszukiwanie informacji (bazy danych)
  - nauki społeczne
  - nauki humanistyczne
  - inne
- współdziałanie
  - internet
  - projektowanie współbieżne
- wspomaganie wnioskowania
  - uczenie maszynowe
  - eksploracja danych
  - wspomaganie decyzji

## 3. KOMPUTERY A PODSTAWY MATEMATYKI

Podstawowym pojęciem matematyki jest pojęcie zbioru. Wszystkie konstrukcje matematyczne odwołują się do tego pojęcia.

Sformułowanie tego pojęcia oraz stworzenie teorii zbiorów zawdzięczamy matematykowi niemieckiemu Georgowi Cantonowi (1845 – 1918), który przed około 100 laty stworzył podwaliny współczesnej teorii mnogości. Oryginalna, intuicyjna definicja pojęcia zbioru Cantora [2] podana jest poniżej:

*Unter einer „Mannigfaltigkeit“ oder „Menge“ verstehe ich nämlich allgemein jedes Viele, welches sich als Eines denken lässt, d.h. jeden Inbegriff bestimmter Elemente, welcher durch ein Gesetz zu einem Ganzen verbunden werden kann.*

Jej tłumaczenie według [4] jest następujące

„Pod pojęciem *rozmaitości* czy *zbioru* rozumiem mianowicie ogólnie każdą wielość, która może być pomyślana jako jedność, tj. każdy ogół określonych elementów, które na mocy pewnego prawa mogą być złączone w jedną całość”,

lub w nieco prostszym sformułowaniu

„Pod pojęciem *zbioru* rozumiemy każde zebranie w jedną całość  $M$  określonych dobrze odróżnionych przedmiotów  $m$  naszego oglądu czy naszych myśli (które nazywane są *elementami*  $M$ )” [4].

Jak widać jest to pojęcie bardzo intuicyjne i proste.

W 1902 roku wybitny filozof angielski Bertrand Russell (1872 – 1930) zauważył, że teoria mnogości jest sprzeczna, tj., prowadzi do antynomii (sprzeczności) logicznych (istnieją też inne rodzaje antynomii, których tu nie będziemy rozważać). Antynomia logiczna, dla krótkości zwana w dalszym ciągu po prostu antynomią, powstaje wtedy, gdy prowadząc poprawne rozumowanie logiczne dochodzimy do sprzeczności, tj. do zdań  $A$  i  $\text{nie-}A$ . Podważa to istotę rozumowania logicznego.

Dla przykładu omówimy tzw. antynomię Russella. Rozważmy zbiór  $X$  złożony ze wszystkich zbiorów  $Y$ , które nie są własnymi elementami. Jeżeli przyjmiemy, że  $X$  jest swoim własnym elementem to  $X$ , z definicji, nie może być swoim elementem; jeżeli zaś przyjmiemy, że  $X$  nie jest swoim elementem to zgodnie z definicją zbioru  $X$  musi on być swoim elementem. A więc przy każdym założeniu otrzymujemy sprzeczność.

Antynomia ta jest często ilustrowana przykładem fryzjera, który otrzymał zarządzenie, iż może golić tylko wszystkich tych, którzy nie golą się sami. Powstaje pytanie czy może on golić się sam czy też nie. Jeżeli przyjąć, że fryzjer goli się sam to zgodnie z zarządzeniem nie może się golić. Jeżeli zaś przyjąć, że nie goli się sam to na podstawie zarządzenia powinien się golić sam. A więc mamy sprzeczność.

Antynomia Russella świadczy o tym, że elementami zbioru nie mogą być dowolne obiekty, tak jak sobie to wyobrażał Cantor.

Mogłoby się wydawać, że antynomie to niewinne igraszki logiczne, jednakże tak nie jest. Podważają one istotę rozumowania logicznego. Dlatego też przez ponad sto lat próbowano „naprawić” teorię Cantora, lub zastąpić ją inną teorią zbiorów, jednakże rezultaty te, jak dotąd nie doprowadziły do pomyślnych rezultatów. Czy więc cała matematyka jest oparta na wątpliwych podstawach?

Jednocześnie, niezależnie od badań matematyków i filozofów, pojęcie zbioru zainteresowało inżynierów. Okazało się bowiem, że wiele problemów praktycznych nie da się sformułować i rozwiązać używając klasycznego, cantorowskiego pojęcia zbioru.

W 1965 roku prof. Lotfi Zadeh, z Uniwersytetu w Berkely zaproponował inne pojęcie zbioru, w którym elementy mogą należeć do zbioru w pewnym stopniu, a nie definitywnie, jak to ma miejsce w klasycznej teorii zbiorów. Propozycja ta znalazła bardzo wiele zastosowań i zapoczątkowała lawinę badań na temat „teorii zbiorów rozmytych” (*fuzzy set theory*), jak nazwano teorię Zadeha [7]. Jednocześnie teoria ta wzbudziła wiele krytyki, głównie wśród matematyków. Do tej pory nie rozstrzygnięto pytania czy jest ona alternatywą dla teorii Cantora.

Inne jeszcze podejście do tego zagadnienia zostało zaproponowane przez autora w postaci „teorii zbiorów przybliżonych” (*rough set theory*) [5]. Niezależnie od wielu zastosowań, zainteresowała ona licznych logików na świecie. Istotny wkład do tej teorii wniósł prof. Roman Słowiński wraz ze swoimi uczniami i współpracownikami.

Czy jest ona alternatywną dla klasycznej teorii mnogości, do dzisiaj nie udało się rozstrzygnąć. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na prace profesorów Petera Apostoli i Akiro Kanda z Wydziału Filozofii Uniwersytetu w Toronto [1], w której dowodzą, że teoria zbiorów przybliżonych uwalnia teorię Cantora od sprzeczności. Co więcej pokazują, że jednocześnie teoria ta rozwiązuje antynomie pomiaru w mechanice kwantowej, twierdząc, że źródłem antynomii w teorii mnogości jak i mechanice kwantowej jest brak pojęcia nierozróżnialności – stanowiącego podstawę teorii zbiorów przybliżonych.

#### 4. KOMPUTERY A WNIOSKOWANIE

Podobnie jak w przypadku pojęcia zbioru, komputery spowodowały istotne przyspieszenie i rozszerzenie badań w logice.

Ojcem współczesnej logiki jest matematyk niemiecki Gottlob Frege (1848 – 1925). Uważał on, że matematyka powinna być oparta nie na pojęciu zbioru, a na pojęciach logiki. Stworzył on pierwszy aksjomatyczny system logiki, jednakże przez współczesnych nie był on zrozumiały.

W latach trzydziestych ubiegłego stulecia nastąpił gwałtowny rozwój logiki, w czym duży udział mieli logicy polscy, a w szczególności Alfred Tarski (1901 – 1983).

Rozwój komputerów i ich zastosowań ożywił badania logiczne i rozszerzył ich zakres.

Mówiąc o logice mamy na ogół na myśli *logikę dedukcyjną*. Daje ona narzędzia służące do wyprowadzania zdań prawdziwych z innych zdań prawdziwych. Wnioskowanie dedukcyjne prowadzi zawsze do konkluzji prawdziwych. Teoria dedukcji posiada dobrze ugruntowane powszechnie przyjęte podstawy teoretyczne. Wnioskowanie dedukcyjne jest głównym narzędziem stosowanym w rozumowaniach matematycznych i poza nią nie znalazło zastosowania.

Logicy i informatycy próbowali używać komputerów do dowodzenia twierdzeń, jednakże w istocie nie przyniosło to pożądaných rezultatów.

Najlepszym argumentem za tym stwierdzeniem jest fakt, że w największym osiągnięciu w matematyce XX wieku, jakim jest udowodnienie przez Andrew Wiles'a (W. Brytania) w 1994 roku Wielkiego Twierdzenia Fermata (1601–1665) komputery nie odegrały żadnej roli. Twierdzenie brzmi:

„Nie istnieją liczby naturalne  $x, y, z$  i  $n > 2$  takie, że  $x^n + y^n = z^n$ ”.

Mimo, że twierdzenie to wydaje się niezwykle proste, jego dowodu, mimo licznych prób, nie udało się znaleźć przez około 350 lat. Dowód podany przez Wiles'a zajmuje blisko 200 stron druku i wymagał znajomości wielu odległych, zaawansowanych dziedzin matematyki. Potwierdza to znany fakt, że znalezienie dowodu twierdzenia matematycznego to nie tylko sprawne posługiwanie się metodami formalnymi, ale również – a może przede wszystkim – wszechstronna wiedza, skojarzenia oraz głęboka intuicja. Tej ostatniej cechy, jak dotąd, komputery nie posiadają. Dlatego też wydaje się, że w dającej się przewidzieć przyszłości komputery nie odegrają istotnej roli w dowodzeniu twierdzeń.

Mimo nieprzydatności komputerów do dowodzenia twierdzeń matematycznych informatyka odegrała znaczną rolę w badaniach logicznych, inspirując powstanie wielu nowych logik, a w szczególności teorii złożoności obliczeniowej. Można ją uważać za rozszerzenie koncepcji rozstrzygalności, podstawowego pojęcia współczesnej logiki.

W naukach przyrodniczych (np. w fizyce) podstawową rolę odgrywa *wnioskowanie indukcyjne*. Cechą charakterystyczną tego typu wnioskowań jest to, że nie wychodzą one jak w logice dedukcyjnej, od aksjomatów, lecz punktem wyjścia tego typu rozumowań są pewne fakty częściowe o badanej rzeczywistości (przykłady), które następnie są

uogólniane, tworząc wiedzę o szerszym świecie, niż ten, który stanowił punkt wyjścia wnioskowań. W przeciwieństwie do wnioskowania dedukcyjnego, wnioskowanie indukcyjne nie prowadzi do wniosków prawdziwych a jedynie do wniosków prawdopodobnych (możliwych). Również w przeciwieństwie do logiki dedukcji, logika indukcji nie ma jednolitych, ogólnie przyjętych, podstaw teoretycznych.

Rozstrzygnięcie prawdziwości hipotez w logice indukcji odbywają się nie, jak w logice dedukcji, drogą formalnego rozumowania, a na podstawie eksperymentu. Fizyka jest tu najlepszą ilustracją.

Badania nad logiką indukcyjną mają długą kilkusetletnią historię, a za jej ojca uchodzi wybitny filozof angielski John Stuart Mill (1806 – 1873).

Powstanie komputerów i nowatorskie ich zastosowania przyczyniły się istotnie do gwałtownego wzrostu zainteresowania wnioskowaniem indukcyjnym. Dziedzina ta rozwija się dzięki informatyce niezwykle dynamicznie. Uczenie maszynowe, odkrywanie wiedzy, wnioskowanie z danych, systemy eksperckie i inne stanowią przykłady nowych kierunków, we wnioskowaniu indukcyjnym [6]. Również badania nad teorią indukcji zawdzięczają informatyce nowe impulsy. Jednakże do sytuacji jaką mamy w logice dedukcji jest jeszcze bardzo daleka droga. Nie widać bowiem na horyzoncie zarysu teorii indukcji mającej taki status jak teoria dedukcji.

Wreszcie, najbardziej interesujące z punktu widzenia informatyki to *wnioskowanie zdroworozsądkowe*. Są to rozumowania, którymi posługujemy się w życiu codziennym, polityce, oraz w wielu naukach humanistycznych.

Punktem wyjścia do takich rozumowań jest wiedza posiadana przez określoną grupę ludzi (*common knowledge*) na jakiś temat, oraz intuicyjne metody wyciągania z niej wniosków. Przykładami tego typu wnioskowań są niemal bez przerwy spotykane w prasie, radio, telewizji dyskusje na tematy polityczne, ekonomiczne bądź artystyczne. Dyskusje parlamentarne na temat budżetu państwa, to klasyczny przykład rozumowań zdroworozsądkowych. Partie rządzące podają argumenty, za przyjęciem budżetu, twierdząc, iż jest on wyśmienity, zaś partie opozycyjne twierdzą przeciwnie. Kto ma rację? Brak tu możliwości rozstrzygnięcia sporu metodami proponowanymi przez logikę dedukcyjną (rozumowanie) bądź logikę indukcji (eksperyment). Dlatego jedynym sposobem rozstrzygnięcia dylematu jest głosowanie. Wynik

głosowania wcale nie świadczy o prawdziwości lub nie głoszonej tezy. Oczywiście, metody takie są nie do przyjęcia w matematyce, czy fizyce. Nikt nie będzie rozstrzygał przez głosowanie czy twierdzenie Fermata, bądź równania Newtona są prawdziwe czy też nie.

Rozumowania tego typu są najmniej zbadane od strony teoretycznej i ich struktura nie jest dostatecznie rozumiana, mimo pewnych prac teoretycznych prowadzonych w tym kierunku. Znaczenie rozumowań zdroworozsądkowych, ze względu na ich zakres i wagę w niektórych dziedzinach, jest bardzo duże i informatyka może tu odegrać dużą rolę, pod warunkiem głębszego zrozumienia istoty tych rozumowań, do czego mogą się przyczynić odpowiednie badania teoretyczne.

Reasumując, cechy charakterystyczne trzech wyżej wymienionych wnioskowań podane są poniżej:

- dedukcyjne
  - zastosowania: matematyka
  - pełna teoria
  - wnioskowanie zawsze prawdziwe
  - weryfikacja hipotez – dowód
- indukcyjne
  - zastosowania: nauki przyrodnicze (fizyka)
  - częściowe teorie
  - wnioski prawdopodobne (możliwe)
  - weryfikacja hipotez – eksperyment
- zdroworozsądkowe
  - zastosowania: nauki społeczne (polityka, ekonomia, medycyna), rozumowanie potoczne
  - brak teorii
  - brak kryterium prawdziwości
  - weryfikacje hipotez – głosowanie (negocjacje, wojna)

## 5. CO DALEJ?

Jak wiadomo wszelkie prognozy są wysoce ryzykowne. Dla przykładu podaję poniżej kilka prognoz, które świadczą, że prognozowanie jest rzeczą trudną:

- „Telefon ma zbyt wiele wad aby mógł być serio rozpatrywany jako środek łączności. To urządzenie nie ma żadnej wartości” (Western Union, 1876)
- „Uważam, że istnieje rynek światowy na być może pięć komputerów” (Thomas Watson, Prezes IBM, 1943)

- „Komputery w przyszłości mogą ważyć nie więcej niż 1,5 tony” (Popular Mechanics Magazine, 1949)

Prognozy w zakresie postępu technologicznego w informatyce są stosunkowo łatwe. Obserwując postęp w tej dziedzinie w ostatnich latach można przypuszczać, że tendencje podane niżej zachowają się w najbliższej przyszłości.

- Szybkość mikroprocesorów wzrastała dwukrotnie co 18 – 24 miesięcy
- Wielkość mikroprocesorów zmalała 30 razy w ostatnich 5 latach.
- Koszt pamięci malał dwukrotnie co dwa lata.

Jednakże zasadniczy paradygmat działania komputerów nie zmienił się w istocie, mimo licznych usprawnień, od początku ich powstania i nadal jest oparty na tzw. koncepcji von Neumanna.

Nie udało się stworzyć teorii algorytmów równoległych, mimo olbrzymiego rozwoju systemów równoległych i współbieżnych.

Poszukiwane są nowe modele komputerów, np. genetyczne (DNA computing) oraz kwantowe (quantum computing).

Warto w tym kontekście wymienić nagrody Nobla przyznane w 1998 roku za prace związane z komputerami:

- z fizyki, za wyniki w badaniu zjawisk kwantowych jako podstawy komputerów (Robert Laughlin, Horest Stoermer, Daniel Tsui)
- z chemii, za rozwój metod obliczeniowych (Walter Kohn, John Pople)

Na koniec możemy się pokusić o krótkie podsumowanie, naszych rozważań.

Niewątpliwie komputery, bądź szerzej, informatyka przyczyniły się istotnie do rozwoju niemal wszystkich dziedzin nauki. Z jednej strony komputery oferując niespotykane poprzednio olbrzymie moce obliczeniowe oraz potężne narzędzia do analizy bardzo dużych zbiorów informacji stworzyły w wielu dziedzinach całkiem nowe możliwości badawcze – z drugiej zaś zainspirowały powstanie nowych dyscyplin, jak np. złożoność obliczeniowa.

Dla dalszego rozwoju wielu dyscyplin jest to jednak niewystarczające. Np. meteorologia, aerodynamika, genetyka czy kryptografia wymagają jeszcze znacznie większych mocy obliczeniowych. Chodzi tu nie tylko po prostu o dalsze zwiększenie szybkości obliczeń ale przede wszystkim o znalezienie nowego paradygmatu obliczeń, gdyż koncepcja von Neumanna, na której oparte są współczesne komputery, zbliża się do kresu

swych możliwości. Bez nowych koncepcji obliczeń współbieżnych i równoległych w bardzo dużej skali zadanie to może być bardzo trudne do zrealizowania.

Mimo olbrzymich sukcesów komputerów nauce ich rola jest jednakże ograniczona. W najważniejszych sprawach dla nauki, stawianiu i weryfikowaniu hipotez naukowych komputery jak dotąd nie odegrały istotnej roli. Przykład Wielkiego Twierdzenia Fermata jest tutaj symptomatyczny. Nie rozumiemy bowiem na czym polega istota odkrycia naukowego, rola w nim intuicji, skojarzeń etc. W drastyczny sposób sformułował to ogólnie Picasso (patrz motto).

## LITERATURA

- [1] Peter Apostoli, Akira Kanda, Parts of the continuum: towards a modern ontology of sciences, The Poznań Studies in Philosophy of Sciences and the Humanities, (ed. Leszek Nowak), w druku
- [2] Georg Cantor, Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre, Leipzig, 1883
- [3] Gottlob Frege, Grundlagen der Arithmetik, 2 Verlag von Herman Pohle, Jena, 1893
- [4] Roman Murawski, Filozofia matematyki, antologia tekstów klasycznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Filozoficzna I, Logika nr 46, Poznań, 1986
- [5] Zdzisław Pawlak, Rough sets, Int. J. of Information and Computer Sciences, 11, 5, 341 – 356, 1982
- [6] Roman Słowiński, Od sztucznej inteligencji do sztucznego życia, Biuletyn Inauguracyjny PP, 20 – 47, 30.11.2001
- [7] Lotfi Zadeh, Fuzzy sets, Information and Control, 8, 338 – 353, 1965

## ŻYCIORYS

Zdzisław I. Pawlak urodził się 10 listopada 1926 r. w Łodzi. Tam też ukończył szkołę powszechną w 1939 r. W czasie okupacji pracował w firmie Siemens. W 1946 r. zdał maturę jako ekstern i w 1947r. wstąpił na Wydział Elektryczny Politechniki Łódzkiej. Dwa lata później przeniósł się na Wydział Łączności Politechniki Warszawskiej. Dyplom magistra inżyniera łączności uzyskał w 1951r. Po ukończeniu studiów do roku 1957 pracował w Instytucie Matematyki PAN na stanowisku asystenta. W tym okresie brał udział w konstruowaniu pierwszego polskiego komputera elektronicznego. W latach 1957 – 1959 pracował na Politechnice Warszawskiej, gdzie pod jego kierunkiem została zbudowana jedna z pierwszych maszyn liczących w Polsce. Następnie wrócił do Instytutu Matematyki PAN na stanowisko adiunkta. Doktorat (kandydat nauk technicznych) uzyskał w IPPT PAN w 1958 r., zaś stopień naukowy doktora habilitowanego (matematyka) uzyskał w Instytucie Matematyki PAN w 1963 r. W latach 1963 – 1969 pracował w Instytucie Matematyki UW na stanowisku docenta. Tytuł profesora nadzwyczajnego otrzymał w Instytucie Matematyki PAN w 1971 r. a tytuł profesora zwyczajnego w Instytucie Podstaw Informatyki PAN w 1978 r., gdzie w latach 1971 – 1979 był zastępcą dyrektora do spraw naukowych. W 1983 r. został wybrany na członka korespondenta PAN, zaś w 1991 r. – na członka rzeczywistego PAN. Od 1985 r. pracuje w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach, a od 1998 r. także w Wyższej Szkole Informatyki Stosowanej i Zarządzania. W latach 1989 – 1996, pracował w Instytucie Informatyki PW na stanowisku dyrektora.

W 1951r. zaproponował nową metodę generowania liczb przypadkowych, którą opublikował w 1953 r. w prestiżowym amerykańskim cza-



sopiśmie naukowym. Była to pierwsza praca naukowa z zakresu informatyki polskiego autora opublikowana za granicą. Następnie Profesor Z. I. Pawlak zaproponował nową metodę przedstawiania liczb w systemie pozycyjnym z ujemną podstawą (tzw. system „-2”). W oparciu o tę zasadę, według projektu Profesora i pod jego kierunkiem na Politechnice Warszawskiej zbudowano eksperymentalną maszynę liczącą.

Następnie Profesor Z. I. Pawlak zajmował się różnymi aspektami informatyki teoretycznej, między innymi: lingwistyką matematyczną, teorią automatów i automatycznym dowodzeniem twierdzeń. Za ciekawsze wyniki z tego zakresu można uznać podanie nowego modelu formalnego maszyny liczącej, różnego od maszyny Turinga i automatów Rabina-Scotta, który wzbudził duże zainteresowanie na świecie i został w literaturze nazwany „maszyną Pawlaka”. Interesującym wynikiem było również podanie formalnego modelu kodów genetycznych Cricka i Watsona – był to pierwszy na świecie model matematyczny DNA. W ostatnich latach podał nowe podejście matematyczne do teorii konfliktów, mającej duże znaczenie w psychologii, ekonomii i polityce. Od kilkunastu lat Profesor zajmuje się zaproponowaną przez niego w 1982 r. teorią zbiorów przybliżonych, która to teoria zdobyła dużą popularność na świecie. Na jej temat ukazało się do tej pory przeszło 2000 publikacji, w tym kilkanaście książek, oraz odbyło się wiele międzynarodowych konferencji, głównie w USA, Kanadzie i Japonii.

Profesor Z. I. Pawlak prowadził wykłady z zakresu m.in. logiki matematycznej, matematycznych podstaw informatyki, organizacji maszyn liczących i lingwistyki matematycznej. Był wielokrotnie zapraszany jako Visiting Professor na uczelnie w USA, Kanadzie i Europie, między innymi na wydział filozofii Uniwersytetu Stanforda (1965 r.).

Zdzisław I. Pawlak otrzymał wiele odznaczeń i nagród, min.: Nagrodę Państwową Zespołową II stopnia w 1973 r., Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski w 1984 r., Nagrodę im. Hugo Steinhausa za osiągnięcia w zakresie zastosowań matematyki w 1989 r. oraz Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski w 1999 r.

Profesor był lub jest członkiem wielu organizacji naukowych, w tym około 20 rad naukowych (w kilku jako przewodniczący), CKK w latach 1975 – 1988 (sekcja matematyczna i techniczna), Komitetu Informatyki PAN, przewodniczącym Komisji Współpracy Akademii Nauk Krajów Socjalistycznych w zakresie Techniki Obliczeniowej (1971 – 1979), członkiem Komitetu Badań Naukowych (1994 – 2000), członkiem CK

(2000 – obecnie), członkiem Polskiego Towarzystwa Matematycznego, i wiceprzewodniczącym (1990 – 1996) Polskiego Towarzystwa Semiotycznego, oraz innych.

Zasiada w redakcji kilkunastu zagranicznych i krajowych czasopism naukowych, między innymi jest zastępcą Redaktora Naczelnego Biuletynu PAN. Z jego inicjatywy zostało założone czasopismo Fundamenta Informatica.

Opublikował przeszło 200 prac oraz kilka książek, głównie w renomowanych wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym. Był promotorem 30 doktorów z zakresu informatyki i matematyki.

Prof. dr hab. inż. Bolesław Zaporowski  
Dziekan Wydziału Elektrycznego  
Prof. zw. dr hab. inż. Jan Węglarz  
Przewodniczący Komisji RWE ds. przewodu prof. Z. I. Pawlaka

## UZASADNIENIE WNIOSKU

o nadanie prof. dr. hab. inż. Zdzisławowi I. Pawlakowi  
tytułu doktora honoris causa Politechniki Poznańskiej

Prof. Zdzisław I. Pawlak urodził się 10 listopada 1926 roku w Łodzi. W 1951 r. uzyskał tytuł magistra inżyniera na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej w specjalności radiotechnika. Doktorat (kandydat nauk technicznych) uzyskał w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w 1958 r. na podstawie rozprawy pt. „Zastosowanie teorii grafów do syntezy dekodeń”. Stopień doktora habilitowanego nadała mu Rada Naukowa Instytutu Matematycznego PAN w 1963 r. na podstawie rozprawy poświęconej „Organizacji maszyn bezadresowych”. Tytuł profesora nadzwyczajnego otrzymał w 1971 r., a zwyczajnego w 1978 r. W 1983 r. został członkiem korespondentem PAN, a w 1991 r. członkiem rzeczywistym PAN.

Pracował na różnych stanowiskach naukowych i dydaktycznych w następujących instytucjach: Instytut Matematyki PAN (1951 – 1971), Politechnika Warszawska (1957 – 1959), Instytut Matematyki Uniwersytetu Warszawskiego ((1963 – 1969), Instytut Podstaw Informatyki PAN (z-ca dyrektora ds. naukowych, 1971 – 1985), Instytut Informacji Naukowej Uniwersytetu Śląskiego (1979 – 1986), Instytut Informatyki Politechniki Warszawskiej (dyrektor, 1989 – 1996). Od 1985 r. do chwili obecnej pracuje na stanowisku profesora zwyczajnego w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach.

Specjalnością naukową prof. Zdzisława I. Pawlaka są matematyczne podstawy informatyki. Bez cienia przesady można powiedzieć, że jest był jednym z pionierów informatyki w Polsce. Od 1951 r. pracował w Grupie Aparatów Matematycznych Instytutu Matematyki (dzisiaj PAN) biorąc udział w konstruowanej pod kierunkiem Romualda Marczyńskiego pierwszej w Polsce maszyny cyfrowej EMAL. W tym czasie zaproponował nową metodę generowania liczb przypadkowych, którą

opublikował w 1953 r. w prestiżowym amerykańskim czasopiśmie naukowym *Mathematical Tables and Other Aids to Computation*. Była to pierwsza praca naukowa z zakresu informatyki polskiego autora opublikowana za granicą.

Następnie zaproponował nową metodę przedstawiania liczb w systemie pozycyjnym z ujemną podstawą (tzw. system „-2”). Jednocześnie według jego projektu i pod jego kierunkiem została zbudowana na Politechnice Warszawskiej eksperymentalna maszyna licząca w oparciu o tę zasadę. Była to pierwsza tego rodzaju maszyna na świecie. Jej nowością, poza systemem „-2”, było po raz pierwszy zastosowanie w niej mikrorozkazów. Komputer ten po pewnych zmianach był produkowany przez ELWRO. Był to pierwszy komputer produkowany w Polsce przez przemysł.

W zakresie informatyki teoretycznej, prof. Zdzisław I. Pawlak zaproponował w końcu lat pięćdziesiątych nową klasę języków beznawiasowych, stanowiących uogólnienie beznawiasowej notacji Łukasiewicza. Wyniki te były włączone, do fundamentalnego dzieła Donalda Knutha pt. „*The Art of Programming*”. Na tej podstawie opracował oryginalną koncepcję organizacji komputerów, zwaną organizacją bezadresową. W kolejnych latach prof. Zdzisław I. Pawlak rozwijał m.in. lingwistykę matematyczną, teorię automatów i automatyczne dowodzenie twierdzeń. Wśród interesujących wyników z tego zakresu jest podanie nowego modelu formalnego maszyny liczącej, różnego od maszyny Turinga i automatów Rabina-Scotta, który wzbudził duże zainteresowanie na świecie i został w literaturze nazwany „maszyną Pawlaka”.

W latach siedemdziesiątych prof. Zdzisław Pawlak podał nowy formalny model systemów wyszukiwania informacji, który był rozwijany przez wielu badaczy na świecie. Nowatorskie było także podanie formalnego modelu kodów genetycznych Cricka i Watsona – był to pierwszy na świecie model matematyczny DNA. Z kolei w latach osiemdziesiątych podał nowe podejście matematyczne do teorii konfliktów, mającej duże znaczenie m.in. w psychologii i ekonomii.

Najbardziej aktualną propozycją naukową prof. Zdzisława I. Pawlaka jest podana na początku lat osiemdziesiątych teoria zbiorów przybliżonych, stwarzająca silne podstawy dla przetwarzania informacji niepewnych i obliczeń granularnych. Propozycja ta wkracza swoimi konsekwencjami w zakres sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego

i wspomagania decyzji. Na jej temat ukazało się do tej pory przeszło 2000 publikacji, w tym kilkanaście książek, oraz odbyło się wiele międzynarodowych seminariów i konferencji, głównie w USA, Kanadzie i Japonii. Amerykańskie czasopismo naukowe *Communications of the ACM* określiło teorię zbiorów przybliżonych (ang. *rough sets theory*) jako „*emerging technology of information processing*”. W latach dziewięćdziesiątych powstało międzynarodowe towarzystwo naukowe *International Rough Set Society*.

Od początku lat siedemdziesiątych prof. Zdzisław I. Pawlak pozostawał w ścisłych związkach naukowych z pracownikami Instytutu Automatyki, a później Instytutu Informatyki Politechniki Poznańskiej. Najpierw w zakresie teorii automatów, a później i obecnie w zakresie teorii zbiorów przybliżonych. Warto nadmienić, że pierwsza międzynarodowa konferencja nt. teorii zbiorów przybliżonych odbyła się w Poznaniu w 1992 r. Wielokrotnie był zapraszany przez Radę Wydziału Elektrycznego do opiniowania rozpraw doktorskich i habilitacyjnych oraz wniosków o tytuł profesora.

Prof. Zdzisław I. Pawlak jest bardzo znaną osobistością w świecie nauki. Świadczy o tym ponad sto zaproszonych wystąpień na renomowanych międzynarodowych konferencjach i seminariach naukowych (wielokrotnie jako honorowy przewodniczący, bądź jako tzw. *keynote speaker*). W sumie opublikował przeszło dwieście prac naukowych oraz kilka książek, głównie w renomowanych wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym. Wypromował trzydziestu doktorów w zakresie informatyki.

Jest lub był w przeszłości członkiem około dwudziestu rad naukowych (w tym kilku jako przewodniczący). Był członkiem CKK w latach 1975 – 1988 (sekcja matematyczna i techniczna) i jest członkiem CK od 2000 r. W latach 1994 – 2000 był członkiem Komitetu Badań Naukowych (zespół T11).

Prof. Zdzisław I. Pawlak jest zatem wybitnym uczonym, wielce zasłużonym dla rozwoju nauki, a także wypróbowanym przyjacielem Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej. Fakty te w pełni uzasadniają wyróżnienie Go godnością doktora honoris causa Politechniki Poznańskiej.



## **RECENZENCI DOKTORATU HONOROWEGO**

Prof. dr hab. inż. **Andrzej Czyżewski** – Politechnika Gdańska  
Prof. dr hab. inż. **Jan Zabrodzki** – Politechnika Warszawska  
Prof. dr hab. inż. **Alicja Wakulicz-Deja**, – Uniwersytet Śląski

Uchwała Nr 59 Senatu Politechniki Poznańskiej z dnia 28 listopada 2001 r.

## **W SPRAWIE NADANIA TYTUŁU DOKTORA HONORIS CAUSA POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ**

Działając na podstawie art. 48 ustawy z dnia 12 września 1990 r. o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 65 poz. 385 z późniejszymi zmianami) oraz § 5 Statutu Politechniki Poznańskiej, po wysłuchaniu opinii Senatów Politechniki Gdańskiej, Politechniki Warszawskiej i Uniwersytetu Śląskiego oraz wypowiedzi członków Senatu, Senat Akademicki Politechniki Poznańskiej **nadaje** profesorowi dr. hab. inż. Zdzisławowi Pawlakowi **tytuł doktora honoris causa Politechniki Poznańskiej.**

Przewodniczący Senatu  
Rektor Politechniki Poznańskiej  
prof. dr hab. Jerzy Dembczyński