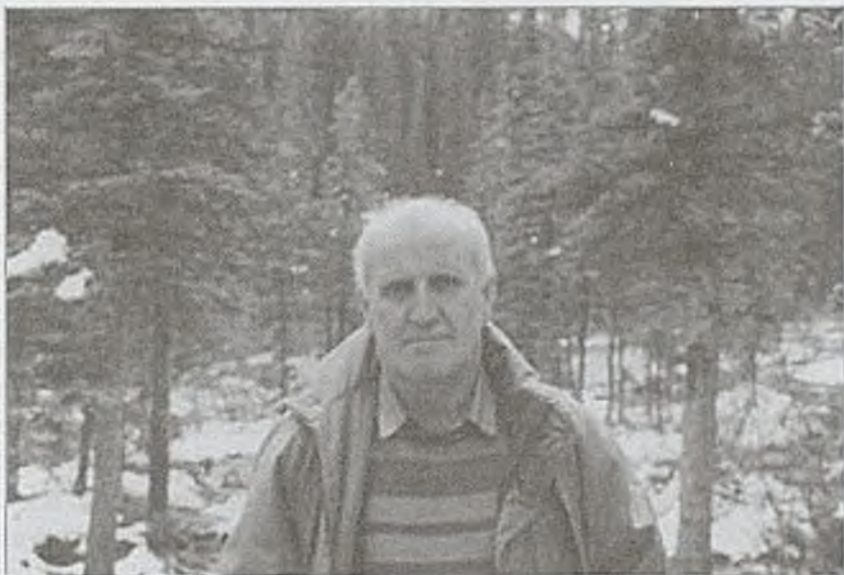


Śladami Profesora Pawlaka (1926-2006) – polska szkoła sztucznej inteligencji

*He was not just a great scientist - he was also
a great human being.*

Lotfi Zadeh April 2006



Zdj. 1. Profesor Zdzisław Pawlak (1992 r.)

Andrzej Skowron

Wprowadzenie

Artykuł ten poświęcony jest pamięci Profesora Zdzisława Ignacego Pawlaka, jednego z pionierów informatyki w Polsce i na świecie. Artykuł zawiera wybrane fragmenty wypowiedzi o naukowych osiągnięciach

Profesora oraz o Jego wspaniałych cechach jako nauczyciela i człowieka. Wielu z nas miało szczęście spotkać na swej drodze Profesora i z całą stanowczością potwierdza prawdziwość fragmentu listu profesora Lotfi Zadeha zamieszczonego jako motto tego artykułu.

Życiorys

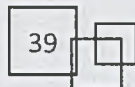
Zdzisław Ignacy Pawlak urodził się 10 listopada 1926 roku w Łodzi, gdzie ukończył szkołę podstawową w roku 1939. W czasie okupacji zmuszony został do pracy w firmie Siemens. W roku 1946 zdał maturę jako ekstern, a w roku 1947 rozpoczął studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej. W roku 1949 przeniósł się na Wydział Elektryczny (w latach 1951-1966 Wydział Łączności, a obecnie Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych) Politechniki Warszawskiej. Stopień inżyniera łączności i magistra nauk technicznych (w zakresie radiotechniki) uzyskał w roku 1951, przedstawiając pracę dyplomową pt. *Zegar do elektronicznej maszyny liczącej*, przygotowaną pod kierunkiem Romualda Marczyńskiego. Po ukończeniu studiów, do roku 1957, pracował w Instytucie Matematycznym PAN na stanowisku asystenta. W latach 1957-1959 pracował na Politechnice Warszawskiej. W tym okresie brał udział w konstruowaniu pierwszego polskiego komputera elektronicznego. Pod Jego kierunkiem została zbudowana jedna z pierwszych maszyn liczących w Polsce. Następnie wrócił do Instytutu Matematycznego Polskiej Akademii Nauk (IM PAN) na stanowisko adiunkta (1959-1963). Doktorat (kandydat nauk technicznych) uzyskał w Instytucie

Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (IPPT PAN) w roku 1958 przedstawiając rozprawę doktorską pt. *Zastosowanie teorii grafów do syntezy dekodatorów*, zaś stopień naukowy doktora habilitowanego w naukach matematycznych - w Instytucie Matematycznym PAN w 1963 r. na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. *Organizacja maszyn bezadresowych*. W latach 1963-1969 pracował w Instytucie Matematyki Uniwersytetu Warszawskiego na stanowisku docenta. Tytuł profesora nadzwyczajnego otrzymał w Instytucie Matematycznym PAN w roku 1971, a tytuł profesora zwyczajnego w Instytucie Podstaw Informatyki PAN w roku 1978. W latach 1971-1979 był zastępcą dyrektora do spraw naukowych najpierw Centrum Obliczeniowego PAN, a potem, po zmianie jego nazwy w roku 1976, Instytutu Podstaw Informatyki PAN. W roku 1983 został wybrany na członka korespondenta PAN, zaś w roku 1991 - na członka rzeczywistego PAN. W latach 1979-1986 był dyrektorem Instytutu Informatyki w Uniwersytecie Śląskim. Od roku 1985 pracował w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach, a od roku 1998 także w Wyższej Szkole Informatyki Stosowanej i Zarządzania. W latach 1989-1996 pracował w Instytucie Informatyki Politechniki Warszawskiej na stanowisku dyrektora.



W roku 1950 Zdzisław Pawlak opracował komputer zerowej generacji GAM-I w Grupie Aparatów Matematycznych (GAM) Państwowego Instytutu Matematycznego w Warszawie. Nie był on jednak nigdy stosowany do obliczeń praktycznych, służył wyłącznie do celów dydaktycznych. W 1951 r. Zdzisław Pawlak zaproponował nową metodę generowania liczb przypadkowych, którą opublikował w prestiżowym amerykańskim czasopiśmie naukowym. 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”). W oparciu o tę zasadę, według projektu Profesora i pod Jego kierunkiem, na Politechnice Warszawskiej zbudowano eksperymentalną maszynę liczącą. Następnie Profesor Pawlak zajmował się różnymi aspektami informatyki teoretycznej, m.in.: lingwistyką matematyczną, teorią automatów, automatycznym dowodzeniem twierdzeń, wyszukiwaniem informacji. Za jeden z najciekawszych wyników z tego okresu 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. Jest autorem oryginalnego podejścia i prac z zakresu wyszukiwania informacji. Zaproponował również nowe podejście matematyczne do teorii konfliktów, mającej duże znaczenie w psychologii, ekonomii i polityce. Największym osiągnięciem naukowym Profesora Pawlaka jest zaproponowana przez Niego w roku 1982 teoria zbiorów przybliżonych, która zdobyła dużą popularność na świecie. Na jej temat ukazało się do tej pory przeszło 4000 publikacji w języku angielskim, w tym kilkanaście książek oraz odbyło się wiele międzynarodowych konferencji, głównie w USA, Chinach, Indiach, Kanadzie, Japonii oraz w Europie. Profesor Pawlak prowadził wykłady z zakresu m.in. logiki matematycznej, matematycznych podstaw informatyki, organizacji maszyn liczących, lingwistyki matematycznej i teorii zbiorów przybliżonych. Był wielokrotnie zapraszany jako Visiting Professor na uczelnie w USA, Kanadzie i Europie, między innymi na Wydział Filozofii Uniwersytetu Stanforda (1965 r.). Profesor Pawlak otrzymał wiele odznaczeń i nagród, m.in.: Nagrodę Państwową Zespołową II stopnia w roku 1973, Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski w roku 1984, Nagrodę im. Hugona Steinhausa za osiągnięcia w zakresie zastosowań matematyki w roku 1989 oraz Krzyż



Oficerski Orderu Odrodzenia Polski w roku 1999. Profesor był 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 (2000-2006), członkiem Polskiego Towarzystwa Matematycznego, wiceprzewodniczącym Polskiego Towarzystwa Semiotycznego (1990-1996) oraz innych. Zasiadał w redakcji kilkunastu zagranicznych i krajowych czasopism naukowych, między innymi

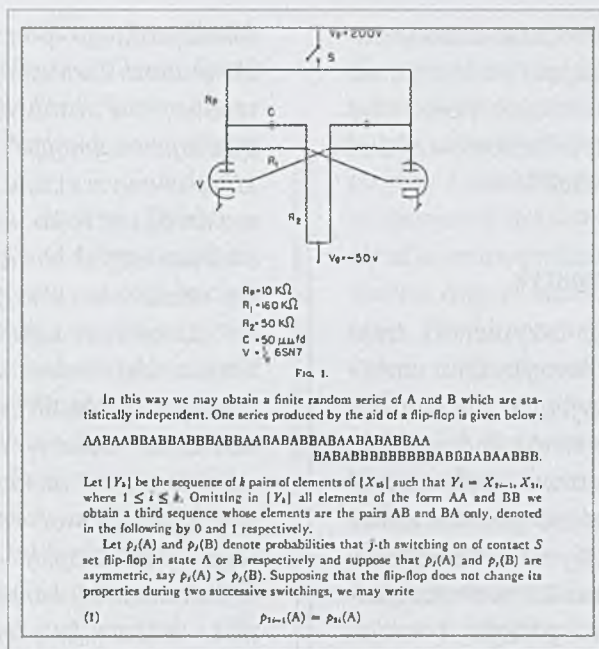
był zastępcą Redaktora Naczelnego Biuletynu PAN. Z Jego inicjatywy zostało założone czasopismo Fundamenta Informaticae. Był przez wiele lat zastępcą redaktora naczelnego tego czasopisma. Opublikował dwieście kilkadziesiąt prac oraz kilka książek, głównie w renomowanych wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym. Był promotorem 30 doktorów w naukach matematycznych z zakresu informatyki i w naukach technicznych z zakresu informatyki.

Od zegara do generatora liczb pseudolosowych

Zdzisław Pawlak uzyskał stopień inżyniera łączności i magistra nauk technicznych (w zakresie



Zdj. 2.



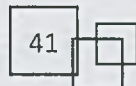
Zdj. 3. Fragment pracy pt. „Flip-flop as generator of random binary digits”

radiotechniki) w roku 1951 przedstawiając pracę dyplomową pt. *Zegar do elektronowej maszyny liczącej*, przygotowaną pod kierunkiem Romualda Marczyńskiego. Z tą pracą związana jest ciekawa i pouczająca historia, którą Profesor opowiedział w czasie uroczystej kolacji w Pałacu w Jabłonnie pod Warszawą, zorganizowanej w czasie międzynarodowej konferencji *Rough Sets and Current Trends in Computing* RSCTC w roku 1998 [1] (zob. zdjęcie 2).

Okazało się, że zaprojektowany w ramach pracy magisterskiej zegar jest mało stabilny. Wtedy to

Zdzisław Pawlak doszedł do wniosku, że zastosowany w pracy pomysł może być zmodyfikowany i zastosowany do skonstruowania generatora liczb pseudolosowych. Ten pomysł stał się inspiracją pracy pt. *Flip-flop as generator of random binary digits* opublikowanej w roku 1956 w amerykańskim czasopiśmie *Mathematical Tables and Other Aids to Computation* [2].

Był to pierwszy artykuł polskiego informatyka opublikowany za granicą. Wiele lat później Profesor był gościem jednego z instytutów amerykańskich, gdzie z dumą prezentowano Mu układ scalony o niezwyklej



jakości do generowania liczb pseudolosowych, dodając, że bazuje on na pomysłach naukowca z Polski. Na pytanie, kto to był, Profesor uzyskał odpowiedź: „Pawlak”.

Inżynier i matematyk

Profesor, będąc inżynierem, traktował język matematyki jako narzędzie do precyzyjnego formułowania swych rozważań. Był przekonany, że podstawy informatyki można zbudować na gruncie matematyki. Był jednym z inicjatorów utworzenia kierunku matematycznych podstaw informatyki i inicjatorem konferencji *Mathematical Foundations of Computer Science*. Niewątpliwie duży wpływ na to stanowisko miały Jego początkowe lata pracy w Instytucie Matematycznym Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Ten okres najlepiej charakteryzuje wypowiedź samego Profesora, która miała miejsce w czasie uroczystości nadania Mu doktoratu honoris causa w Politechnice Poznańskiej. Poniżej zamieszczony jest fragment tej wypowiedzi [3]:

„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 Rasiową, Kazimierzem Ajdukiewiczem, Hugonem Steinhausem, 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, Alfréd Rényi, Rózsa Péter, Andriej Kolmogorow, Borys Trachtenbrot, Borys Gniedenko, Andriej Markow, Andriej 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 związanych 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 dziś skłonny jestem sądzić, że 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 ukształtowanie mnie jako przyszłego pracownika naukowego, ze wszystkimi jego 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."

Modele obliczeń, zbiory przybliżone i sztuczna inteligencja

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 reprezentacji liczb w systemie pozycyjnym z ujemną podstawą (tzw.



system „-2”). Metodę tę zastosowano do realizacji działań arytmetyczno-logicznych w arytmetrze 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”. Był to okres, w którym Profesor prowadził badania nad obliczeniami realizowanymi za pomocą komputerów typu von Neumanna oraz alternatywnych modeli, jak zaproponowane przez Profesora maszyny bezadresowe.

Niewątpliwym osiągnięciem Profesora Pawlaka w początkowym okresie Jego działalności naukowo-badawczej było to, że Jego prace spotkały się również z dużym zainteresowaniem międzynarodowego środowiska naukowego. Warto przytoczyć tu kilka faktów.

Profesor został zaproszony 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.

Idea systemów o podstawie -2 została na nowo odkryta w USA po przeszło dziesięciu latach od opublikowania prac przez Profesora Pawlaka. Profesor pisze o tym w krótkim liście zamieszczonym w [4]:

“I have recently read the above paper (S. Zohar, IEEE Trans. Computers, vol. C-19, Mar. 1970, pp. 222-226) with interest. The idea of negative radix is not new, and has been dealt with in a series of papers, some of which are noted in the references. We have in Poland over ten computers built on this principle, which have been working for over ten years. This information may be of interest to people working on the subject in the U.S.A.”

Profesor Pawlak, jako jedna z bardzo nielicznych osób z Polski, został zaproszony do wygłoszenia wykładu na światowym kongresie *“Logic, Methodology and Philosophy of Science”*, który odbył się w Amsterdamie w roku 1967. Wygłosił tam odczyt pt. *On the notion of a computer* [5].



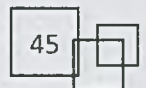
Profesor Pawlak zaproponował nową klasę języków beznawiasowych, stanowiących uogólnienie beznawiasowej notacji Łukasiewicza. Wyniki te zostały włączone do fundamentalnego dzieła Donalda Knutha pt. *The Art of Programming*.

W latach siedemdziesiątych Profesor Pawlak interesował się również formalnymi modelami DNA. Podany przez Niego formalny model kodów genetycznych [6] był pierwszą na świecie propozycją modelu matematycznego DNA. Model ten stał się punktem wyjścia do dalszych prac [7], które pozwoliły uwzględnić w modelu formalnym podwójnie spiralną strukturę DNA, prowadząc w konsekwencji do burzliwego rozwoju teorii modeli obliczeń bazujących na DNA.

W rozdziale 6. książki [6] pt. *Gramatyki Genetyczne* Profesor wprowadził nowy typ gramatyk generujących złożone systemy z systemów elementarnych, np. zmierzających do modelowania powstawania białek z aminokwasów. Zaproponował również pewne uogólnienie tradycyjnych gramatyk, które do dnia dzisiejszego jest używane w teorii języków formalnych. Na przykład rozważał w wyżej wymienionej książce konstrukcję mozaiki na płaszczyźnie, wykorzystując do tego elementarne mozaiki i zasady kompozycji

produkcji. Przedstawił też język dla liniowej reprezentacji struktur mozaikowych. Profesor proponował dwukierunkowe podejście do gramatyk, prowadzące z jednej strony w kierunku formalnych gramatyk, a z drugiej strony w kierunku konstrukcji nazwanych później gramatykami dla obrazów (ang. picture grammars). Profesor Salomon Marcus [7] podkreśla, że badania Profesora Pawlaka w dziedzinie gramatyk formalnych, jak i gramatyk dla obrazów, były w owym czasie badaniami pionierskimi. Teoria gramatyk formalnych została zaprezentowana przez Arto Salomaa w roku 1973. Pierwsza próba całościowego podejścia do gramatyk dla obrazów została podjęta przez Alana C. Shawa w roku 1967. W roku 1969 ukazała się pierwsza obszerna monografia Azriel Rosenfelda na ten temat. Oto jak profesor Solomon Marcus opisuje [7] swoje zetknięcie z tym modelem (który został przedstawiony przez Profesora Pawlaka w popularno-naukowej książce [6]) oraz znaczenie tego modelu:

"41 years ago, Z. Pawlak has published in Polish language a book aimed perhaps for initiation in the field of mathematical linguistics (Pawlak 1965). Short time after this event, he attended an international Conference in Bucharest and I met him there. He offered me a copy of this book. As



a matter of fact, he showed me the book and he said that he is sorry to have it in a language which is not available to me. But I told him that I would like to have the book and I will manage to follow it at least partly. Happy idea! Besides some usual introductory notions concerning the mathematical approach to grammars (the title in Polish 'Gramatika i matematyka' [pisownia oryginalna] was clearly 'Grammar and mathematics'), a special chapter called my attention, because it was concerned with the grammar of the genetic code. I was already introduced, at that time, in the works of Roman Jakobson and of many other authors concerning the analogy between linguistics and molecular genetics. Pawlak's approach was mainly presented in symbols, graphs and geometric pictures, while the few words in Polish were in most cases international words like codons, amino acids, nucleotides, proteins.

It is interesting to recall the period of the sixties of the past century. After a long period in which historical linguistics used ideas and metaphors of Darwinian biology, an important change took

place: instead to use biological ideas and metaphors in linguistics, linguistic ideas and metaphors related to phonemic and morphemic segmentation penetrated in the study of nucleic acids, amino acids and proteins.

To this itinerary of opposite sense in respect to the previous one, Pawlak was adding the idea of a generative perspective in the study of heredity. In this aim, he proposed some mechanism operating concomitantly in two directions. On the one hand, in the direction of formal grammars, on the other hand, in the direction of what was called later picture grammars.

Let us recall that both formal grammars and picture grammars were at that time at their very beginning. Formal grammars theory had to wait the year 1973 for a first satisfactory rigorous presentation (Salomaa 1973), while picture grammars had to wait the year 1967 for a first systematic attempt (Shaw 1967) and two more years for the monograph by Rosenfeld (1969).

[...] missing structure [podwójnie spiralna struktura Watsona i Cricka] became just the point of departure in Tom Head's pioneering work on DNA computing (Head 1987)."¹

¹ Por. [8].



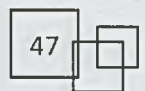
W latach siedemdziesiątych Profesor Pawlak prowadził wraz ze współpracownikami intensywne badania nad problematyką systemów wyszukiwania informacji (por. np. [9-11]). W zastosowaniach od systemów informacyjnych i języków zapytań oczekiwano, że zapewnią sprawne dostarczanie aktualnej informacji wydobywanej z coraz to większych zbiorów danych. Opracowany przez Profesora model formalny systemu informacyjnego i języka dla wyszukiwania informacji pozwolił na stworzenie jednolitego podejścia do wyszukiwania informacji i doprowadził do wszechstronnej analizy własności procesów wyszukiwania informacji [25].

W związku z wyszukiwaniem informacji Profesor Pawlak zwraca uwagę na związek zaproponowanego przez siebie podejścia z informacją semantyczną [12]:

„Warto się przy okazji poruszanych problemów zastanowić nad pytaniem bardziej ogólnej natury. Czy na przykład opisywanie zbiorów informacji możliwe jest jedynie w podany sposób? Co to jest właściwie informacja? Jak ma ona podstawowe własności, etc. Należy dodać, że pojęcie informacji, które jest nam potrzebne do celów podanych w tym artykule, nie ma nic wspólnego z pojęciem informacji występującym w tzw. teorii informacji stworzonej

przez Shannona w latach czterdziestych. W istniejącej aktualnie teorii informacji punktem wyjścia określenia informacji były całkiem inne fakty nawiązujące do przesyłania sygnałów w sieciach telekomunikacyjnych. Natomiast w latach trzydziestych naszego stulecia logik i filozof amerykański Rudolf Carnap zastanawiał się nad pojęciem informacji właśnie w sensie zbliżonym do tego, o którym pisaliśmy w tym artykule. Być może uda się stworzyć nową 'teorię informacji', wychodząc z faktów, których dostarczyły współczesne maszyny liczące. Na zakończenie jeszcze jedna uwaga. Niemal wszystkie problemy, które pojawiły się w związku z konstrukcją i zastosowaniem maszyn liczących, mają bardzo różnorodne aspekty - od aspektów związanych bezpośrednio z zastosowaniami aż do spraw natury daleko wykraczających poza problematykę maszyn liczących. Jest to prawdopodobnie przyczyną tego, że informatyka - nauka o maszynach liczących i metodach ich użytkowania - jest tak pociągająca.”

Stwierdzenie Profesora, że: „być może uda się stworzyć nową teorię informacji” okazało się bardzo atrakcyjne dla wielu badaczy. W prace nad stworzeniem takiej teorii angażuje się obecnie coraz więcej naukowców. Od czasu opublikowania pierwszej pracy na temat informacji semantycznej [13] badania nad



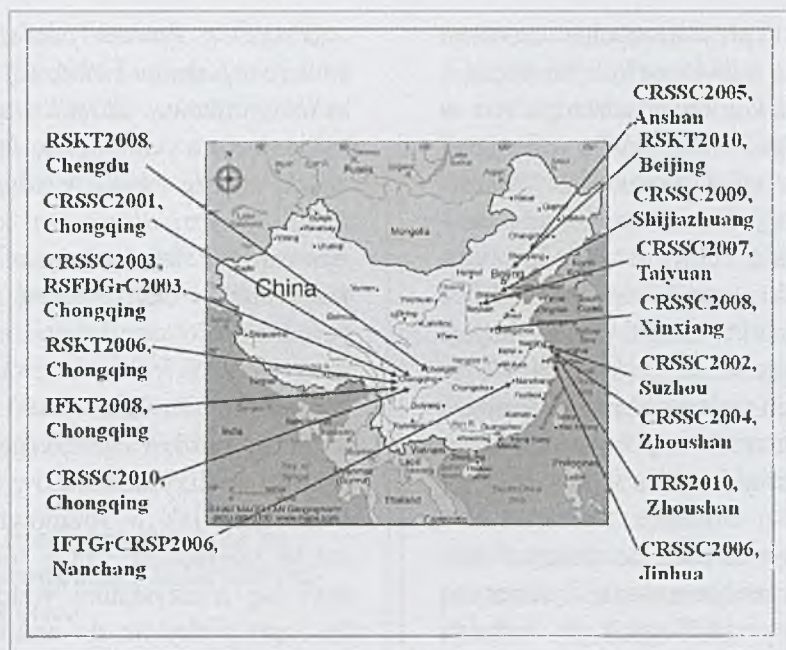
problematyką informacji semantycznej zostały bardzo zintensyfikowane, zwłaszcza w ostatnim okresie (por. np. [14-17]). Wiąże się to niewątpliwie z potrzebą opracowania nowych metod modelowania złożonych autonomicznych i adaptacyjnych systemów dynamicznych, w których obliczenia są realizowane poprzez interakcje ich części składowych (granul informacyjnych) [18-19]. W związku z tym na nowo bardzo zintensyfikowane zostały badania nad tak podstawowymi pojęciami jak np. obliczenia (interakcyjne) [18-19].

Ostatni okres działalności naukowej Profesora Zdzisława Pawlaka trwał od początku lat osiemdziesiątych aż do końca Jego życia. Owocem tego okresu są fundamentalne prace związane z zaproponowaną przez Profesora teorią zbiorów przybliżonych [20-24]. Teoria ta jest niewątpliwie największym osiągnięciem Profesora Pawlaka.

Profesor Roman Słowiński stwierdza w [25]:

„Teoria ta 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 obciążonych różnego

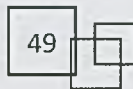


Rys. 1. Miejsca konferencji poświęconych tematyce zbiorów przybliżonych w Chinach oraz główne ośrodki badań nad zbiorami przybliżonymi w Chinach [27].

rodzaju 'niedoskonałościami', jak dwuznacznością, niedokładnością, niespójnością, niekompletnością i niepewnością."

Od czasu ukazania się pierwszej publikacji [20] Profesora Pawlaka na temat teorii zbiorów przybliżonych w 1982 roku na świecie opublikowano na ten temat znacznie ponad 4000 publikacji w języku angielskim (por. [26]) oraz ponad 5000 publikacji w języku chińskim [27]. Publikacje te obejmują adaptację i rozszerzenia tej teorii w celu rozwiązania nowych problemów naukowych, związku tej teorii z innymi podejściami albo poświęcone są

rozlicznym zastosowaniom praktycznym. Opublikowanych zostało wiele książek związanych z tematyką zbiorów przybliżonych. Odbyło się dotąd już kilkadziesiąt konferencji międzynarodowych poświęconych tematyce zbiorów przybliżonych w różnych krajach, np. w Chinach, Indiach, Japonii, Kanadzie, USA i różnych krajach Europy. Wiele międzynarodowych konferencji włączyło tematykę zbiorów przybliżonych do głównych zagadnień konferencji. Szczególnym zainteresowaniem tematyka zbiorów przybliżonych cieszy się w Chinach. W roku 2010 w Chongqing miała miejsce już dziesiąta chińska konferencja poświęcona tematyce





zbiorów przybliżonych. Ponadto w Pekinie odbyła się kolejna międzynarodowa konferencja „*Rough Sets in Knowledge Technology*”, a w Zhejiang kolejne międzynarodowe warsztaty „*Rough Set Theory*”. Rysunek 1 przedstawia główne ośrodki uniwersyteckie w Chinach prowadzące badania nad zbiorami przybliżonymi oraz miejscowości, w których odbyły się w Chinach konferencje krajowe i międzynarodowe poświęcone tematyce zbiorów przybliżonych.

W ostatnim okresie wzrasta znacząco zainteresowanie tematyką zbiorów przybliżonych w Indiach. W Polsce w wielu ośrodkach akademickich znajdują się zespoły prowadzące prace nad teorią i zastosowaniami zbiorów przybliżonych. Książka [21] Profesora Pawlaka o zbiorach przybliżonych ma obecnie ponad 5500 cytowań w Google Scholar. Wzrasta liczba wartościowych prac teoretycznych oraz zastosowań bazujących na metodach zbiorów przybliżonych, w szczególności w kombinacji z innymi podejściami do wnioskowań z niedoskonałą informacją.

Profesor Guoyin Wang z Uniwersytetu w Chongqing (Chiny) w swej wypowiedzi podczas sesji poświęconej pamięci Profesora Pawlaka, zorganizowanej na konferencji pt. *Rough Sets and Intelligent Systems Paradigms (RSREISP 2007)* w roku 2007, stwierdził:

„Profesor Pawlak pozostanie na zawsze w pamięci światowej społeczności naukowej dzięki uzyskanym osiągnięciom naukowym, które stanowią trwały wkład w naukę światową. Przyczynił się on w znacznym stopniu do nawiązania przyjaźni między naukowcami polskimi i chińskimi.”

Profesor Pawlak jest również autorem bardzo ciekawego podejścia do analizy konfliktów [24, 28]. Pamiętam, jak w rozmowie, która miała miejsce w 2006 roku, cieszył się z uzyskanej wiadomości, że Jego podejście do analizy konfliktów i ich rozwiązywania zostało wybrane jako podstawa dużego projektu dotyczącego negocjacji między stoczniami w Hong Kongu.

Spośród licznych przyznanych nagród Profesor Pawlak szczególnie cenił sobie nagrodę Polskiego Towarzystwa Matematycznego im. Hugona Steinhausa przyznaną za prace w zakresie zastosowań matematyki oraz doktorat honoris causa Politechniki Poznańskiej.

W roku 1996 otrzymał również nagrodę im. Lotfi Zadeha. Oto fragment ogłoszenia o przyznaniu tej nagrody [29]:

“Zdzisław Pawlak, a professor and research scientist at the Institute of Theoretical and Applied Informatics



in the Polish Academy of Sciences, has won the 1996 Lotfi A. Zadeh Best Paper Award in the scientific field of soft computing for a paper entitled 'On Rough Set Theory'.

[...] The award will be presented during the ACM Third Joint Conference on Information Sciences to be held March 2-5, 1997, at the Sheraton Imperial Hotel and Convention Center in Research Triangle Park, N.C."

Wpływ Profesora Pawlaka na rozwój środowiska informatycznego w Polsce

Profesor Pawlak był nie tylko twórcą i autorytetem naukowym, ale również nauczycielem i mistrzem dla ogromnej rzeszy informatyków. Bez wątpienia jest twórcą szkoły naukowej. Jestem dumny, że mogę się zaliczyć do uczniów i przyjaciół Profesora Pawlaka.

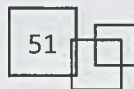
Profesor Pawlak zdołał dotknąć, w najlepszym znaczeniu tego słowa, tak wielu informatyków i matematyków, w tak wielu ośrodkach w kraju i za granicą, tak wielu zawdzięcza Mu tak wiele. Jego uczniowie, posiadający dziś stopnie i tytuły naukowe stworzyli zespoły naukowe w licznych miejscach na świecie (np. w USA, Kanadzie, Japonii, Norwegii czy Szwecji). Trudno byłoby znaleźć instytut informatyki w Polsce, który nie miałby Profesorowi Pawlakowi wiele do zawdzięczenia. W Polsce ośrodki, które swój rozwój

zawdzięczają współpracy z Profesorem Zdzisławem Pawlakiem, istnieją w wielu miastach (np. w Warszawie, Poznaniu, Gdańsku, Katowicach, Wrocławiu, Rzeszowie). Powstanie tak wielu ośrodków, których działalność naukowa związana jest z Profesorem, świadczy z jednej strony o ogromnym znaczeniu Jego wyników naukowych, a z drugiej strony o Jego zaangażowaniu we współpracę z młodą kadram naukową i chęcią przekazywania swojej wiedzy oraz niezwykłą umiejętności tworzenia zespołów naukowych wokół rozwijanej problematyki. Miał on niezwykły dar inspirowania rozmówców do pracy badawczej. Wielu było w stanie „zarazić” od pierwszego spotkania tematyką i entuzjazmem do pracy naukowej [30].

Rolę jaką odegrał Profesor Pawlak w rozwoju różnych środowisk informatycznych w Polsce ilustrują zamieszczone poniżej fragmenty wspomnień o Profesorze.

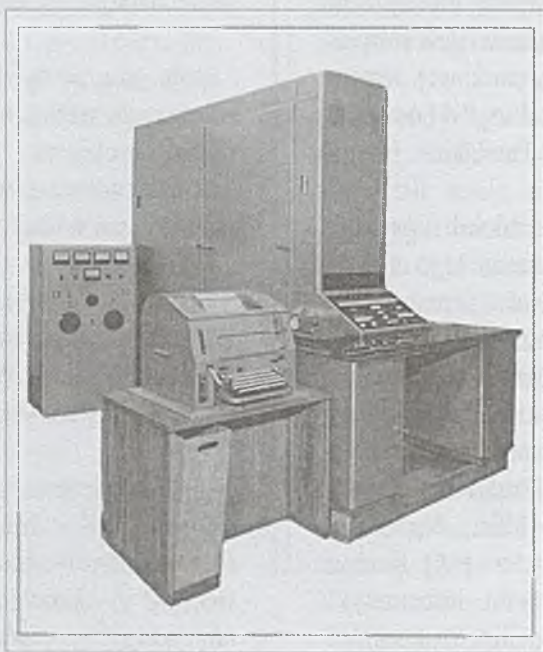
Profesor Janusz Sosnowski, Dyrektor Instytutu Informatyki w Politechnice Warszawskiej tak pisze w swoich wspomnieniach [30]:

„Po ukończeniu studiów pracował do roku 1957 w Instytucie Matematyki PAN na stanowisku asystenta. W okresie tym brał udział w konstruowaniu pierwszej polskiej eksperymentalnej 'maszyny matematycznej' (jak wówczas nazywano komputery)



GAM-1 [...] W latach 1957-1959 pracował w Politechnice Warszawskiej, w Katedrze i Zakładzie Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii (KKTR), która była bardzo aktywnym ośrodkiem badań i projektów konstrukcyjnych z dziedziny techniki cyfrowej (wówczas nazywanej techniką impulsową) oraz 'maszyn liczących' [...]. W 1956 r. zbudowano tu Programowy Automat Rachunków Krakowianowych (Gerard Kudelski). W oparciu o zebrane doświadczenia w zakresie konstruowania niezawodnych złożonych urządzeń elektronicznych w drugiej połowie lat pięćdziesiątych podjęto zadanie zbudowania

własnej 'maszyny matematycznej'. W realizacji tego zadania istotną rolę odegrał prof. Pawlak. Według Jego projektu i pod Jego kierunkiem została na Politechnice Warszawskiej zbudowana eksperymentalna maszyna licząca. Jej nowością było zastosowanie systemu zapisu liczb o podstawie (-2) oraz koncepcji mikrorozkazów. W oparciu o koncepcje prof. Pawlaka powstaje model laboratoryjny Elektronicznej Maszyny Cyfrowej (EMC) a potem (już po przejściu Profesora do Instytutu Matematycznego) prototyp (1960) oraz pięć egzemplarzy serii próbnej maszyny UMC-1 (Uniwersalna Maszyna Cyfrowa). Była to maszyna



Zdj. 4. Uniwersalna maszyna cyfrowa UMC1



mikroprogramowana poziomo, z bębnową pamięcią operacyjną, zrealizowana w technice lampowej, w oparciu o dynamiczne układy cyfrowe (z wykorzystaniem tzw. linii opóźniających Havensa).

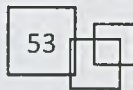
Zdobyte doświadczenie zaowocowało konstrukcją maszyn cyfrowych kolejnych generacji (tranzystorowej UMC-10). Zarówno prototyp, jak i również seria próbna UMC-1 wykonana przez ówczesnych inżynierów Zakładu Doświadczalnego Katedry (działającej od 1963 r. pod nową nazwą Katedry Budowy Maszyn Matematycznych), okazały się udaną konstrukcją spełniającą kryteria niezawodnościowe (co w przypadku elektroniki lampowej było sprawą kłuczową). Władze kraju podjęły decyzję o produkcji tych maszyn we wrocławskich zakładach elektronicznych ELWRO (1962-1964). Był to pierwszy komputer wytwarzany w kraju na ówczesną skalę przemysłową (25 egzemplarzy).

Pozornie krótki okres pracy Profesora w latach 1957-1959 miał duże znaczenie dla Politechniki, Wydziału, a szczególnie dla ówczesnej Katedry, która później (w 1975 r.) została przekształcona w Instytut Informatyki. Był to okres początków rozwoju techniki cyfrowej i elektronicznej techniki obliczeniowej, jak wówczas nazywano informatykę. Podjęte wtedy prace badawczo-rozwojowe stanowiły impuls rozwojowy

i na dłuższy czas wyznaczyły kierunek rozwoju Katedry. Przyczyniły się one również do tego, że Katedra była jednym z pierwszych, nielicznych w kraju ośrodków zajmujących się tą dziedziną i jednocześnie miała istotne osiągnięcia dla kształcenia informatyków. Pierwsze dyplomy magistrów inżynierów w specjalności maszyny matematyczne wydano w 1962 r.

Po przejściu z Katedry KTR do Instytutu Matematyki PAN Profesor nadal utrzymywał kontakty z pracownikami Katedry. Był, między innymi, organizatorem seminarium poświęconego problemom ówczesnej informatyki i techniki cyfrowej, w którym uczestniczyli również pracownicy Politechniki Warszawskiej. Ponadto Profesor opiekował się dyplomantami specjalności budowa maszyn matematycznych oraz współpracował z wieloma absolwentami Katedry oraz Wydziału Elektroniki.

W latach osiemdziesiątych, sytuacja polityczna i ekonomiczna kraju doprowadziła do emigracji wielu wartościowych pracowników Instytutu, z których większość zrobiła potem karierę naukową w znanych ośrodkach zagranicznych. Wynikiem tego exodusu było osłabienie kadry, przede wszystkim w gronie doktorów i pracowników samodzielnych. W roku 1988 Instytut zatrudniał tylko 3 pracowników samodzielnych. W tej



kryzysowej sytuacji zwróciliśmy się z prośbą do prof. Pawlaka o podjęcie pracy w naszym Instytucie i objęcie funkcji dyrektora Instytutu. Profesor przyjął to zaproszenie, zdając sobie sprawę z trudności, które wymagały rozwiązania.

Dla wielu pracowników Instytutu pojawienie się prof. Pawlaka było dodatkowym impulsem do bardziej aktywnej pracy naukowej, w czym pomocne były kontakty międzynarodowe Profesora oraz Jego doświadczenie i autorytet. Działania Profesora pozwoliły utrzymać samodzielny byt Instytutu i nakreślić nowe kierunki rozwoju. Instytut miał w tym czasie jeden zakład (Grafiki Komputerowej) i sześć pracowni odpowiadających głównym kierunkom prowadzonych badań naukowych. Podczas drugiej kadencji prof. Pawlaka struktura Instytutu została zmieniona i od 1994 roku oprócz istniejącego już Zakładu Grafiki Komputerowej (ZGK) zostały utworzone dwa nowe zakłady: Zakład Oprogramowania i Architektury Komputerów (ZOAK) oraz Zakład Systemów Informacyjnych (ZSI). Ta decyzja miała istotne znaczenie w dalszym rozwoju Instytutu [...].

Prof. Pawlak oprócz swej wiedzy, pozycji naukowej i autorytetu wniósł do Instytutu nową, aktualną tematykę badań z zakresu sztucznej inteligencji: wnioskowanie

z niepewnych lub niedokładnych danych. Po przejściu na emeryturę (1996 r.) Profesor był nadal związany z Instytutem Informatyki i do końca swoich dni korzystał z gabinetu dyrektorskiego oraz współpracował z pracownikami Instytutu Informatyki. Uczestniczył w naszych spotkaniach wigilijnych.”

„[...] Profesor Pawlak odegrał bardzo istotną rolę w integracji środowiska naukowego matematyków i nauk technicznych. Istotnie poszerzył krąg zainteresowań badawczych wielu pracowników Instytutu. W 1998 roku Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych oraz Instytut Informatyki wsparły zorganizowanie w Warszawie konferencji międzynarodowej poświęconej zbiorom przybliżonym (1st International Conference on Rough Set and Current Trends in Computing). Było to ważne wydarzenie naukowe integrujące specjalistów z różnych dziedzin. [...] Profesor dostrzegał zbyt małą wagę przypisywaną na uczelni i w kraju rozwojowi informatyki, konfrontował to z kierunkami rozwoju tej dziedziny na wiodących uczelniach świata. Próbował skłonić środowisko Politechniki Warszawskiej do podjęcia tego problemu.”

Profesor Piotr Dembiński, wieloletni Dyrektor Instytut Podstaw Informatyki PAN w Warszawie, w swoich wspomnieniach pisze [30]:



„[...] Jak wszyscy pamiętają, którzy urodzili się dostatecznie dawno, początek lat siedemdziesiątych i później nie był najlepszym czasem dla rozwoju rodzimej technologii komputerowej. W tej sytuacji prof. Pawlak zdecydował, że należy skupić się na tym, w czym można osiągnąć wyniki znaczące nie tylko w środowisku krajowym. Takim polem wydawały się być teoretyczne (matematyczne) podstawy informatyki, do uprawiania których my z Centrum Obliczeniowego i inni skupieni wokół Niego byliśmy przygotowani z naszym wykształceniem matematycznym, a narzędzia i język matematyki wydawały się naturalne dla tego rodzaju pracy badawczej.

Jak się okazało wybór okazał się słuszny. Matematyczne Podstawy Informatyki zaczęły kształtować naukowy profil Centrum Obliczeniowego przekształconego w roku 1976 w Instytut Podstaw Informatyki PAN. Można więc powiedzieć, że prof. Z. Pawlak był prawdziwym twórcą tego Instytutu i głównym motorem prowadzonej w nim pracy badawczej.

W trosce o możliwość zaprezentowania wyników badań Instytutu na forum międzynarodowym prof. Pawlak zmobilizował nas do zorganizowania w roku 1972 konferencji nt. matematycznych podstaw informatyki (ang. *Mathematical Foundations of Computer Science – MFCS*), która

odtąd odbywała się corocznie na przemian w Polsce i Czechosłowacji (od roku 1989 r. na przemian w Polsce, Czechach i Słowacji). W tamtych czasach MFCS było jedynym i wyjątkowym wydarzeniem naukowym w tej dziedzinie, na którym spotykali się naukowcy z obu stron tzw. 'żelaznej kurtyny'. Konferencja ta dotąd nie straciła swego prestiżowego znaczenia.

Prof. Pawlak wraz z prof. Rasiową byli także inicjatorami powstania czasopisma *Fundamenta Informaticae*, które szybko zaczęło się cieszyć wysoką renomą w środowisku międzynarodowym i w wyniku tego uzyskało później wysoko punktowaną pozycję na tzw. liście filadelfijskiej.”

Profesor Alicja Wakulicz-Deja, Dyrektor Instytutu Informatyki w Uniwersytecie Śląskim, tak wspomina Profesora [30]:

„Prof. dr hab. inż. Zdzisław Pawlak był jednym z pomysłodawców utworzenia Instytutu Informatyki w Uniwersytecie Śląskim i Dyrektorem tego Instytutu w latach 1979-1986. Był naszym współpracownikiem i nauczycielem kadry naukowej Instytutu. W okresie pracy w Instytucie prowadził seminaria naukowe, ale wiele czasu poświęcał na indywidualne rozmowy naukowe z pracownikami naukowymi Instytutu.



Zawsze szukał nowych zagadnień naukowych – Jego pomysły inspirowały rzesze młodych ludzi, którzy z Nim współpracowali. To Jemu zawdzięczamy pierwsze znaczące publikacje Instytutu Informatyki i referaty na krajowych i międzynarodowych konferencjach.

Był osobą niezwykle wymagającą i mimo częstego wprowadzania w rozmowach tonu żartobliwego i właściwych dla siebie żartobliwych ripost był osobą budzącą szacunek swą ogromną wiedzą i inteligencją.

Z Instytutem rozstał się w roku 1986 ze względów osobistych i zdrowotnych. Jednak cały czas interesował się badaniami naukowymi i pracami prowadzonymi w naszym Instytucie. Zobowiązywał mnie do przyjazdów do Warszawy i relacjonowania aktualnych spraw Instytutu. Cieszyły Go nasze osiągnięcia, radził jak pokonać problemy. Uważał, że jeżeli ktoś jest w stanie nas zastąpić, to my powinniśmy zająć się czymś nowym. Uważał też, że prymitywnych i nieżyczliwych ludzi należy omijać z daleka, bo 'gdy wdepnie się w błoto, to zawsze na butach coś zostanie'."

„[...] Poznałam Profesora Zdzisława Pawłaka będąc na ostatnim roku studiów na Wydziale Elektroniki, specjalizacja – Maszyny Cyfrowe, kiedy pojawiły się proponowane przez Niego tematy prac magisterskich. Wybrałam temat 'Gramatyka grafów w matematycznych

maszynach cyfrowych'. Prof. Z. Pawlak był wtedy docentem w Instytucie Maszyn Matematycznych, gdzie brał udział w tworzeniu arytmometru dla maszyny ZAM 41, w której zaimplementowano zaproponowany przez Niego system obliczeń - (-2).

Tak więc moja współpraca z Profesorem Z. Pawlakiem zaczęła się od etapu Jego działań naukowych, który można nazwać etapem 'Maszyny Pawlaka' przez etap maszyny określonej listą instrukcji (doktorat) do systemów informacyjnych (habilitacja) i systemów wspomagania decyzji (wykorzystanie teorii zbiorów przybliżonych).

Ta współpraca naukowa nauczyła mnie postrzegać informatykę jako w pełni określoną dyscyplinę naukową, do czego dążył zawsze Profesor Z. Pawlak. Uważał też, że nie można rozwijać teorii, dla której nie widzi się szans zastosowania i często odsyłał nas do szukania rzeczywistych przykładów dla rozwijanych teorii."

Profesor Jerzy Dembczyński, Rektor Politechniki Poznańskiej, napisał w liście otwierającym uroczystość nadania Profesorowi Pawlakowi doktoratu honoris causa Politechniki Poznańskiej [31]:

„[...] Nadszedł czas, aby podziękować jednemu z pionierów informatyki w Polsce i na świecie, bohaterowi



uroczystości, szanownemu Laureatowi, Profesorowi Zdzisławowi I. Pawlakowi. Zasługi 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; zawdzięczamy 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.”

Przytoczę jeszcze słowa profesora Romana Słowińskiego z Instytutu Informatyki Politechniki Poznańskiej [25]:

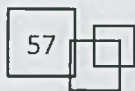
„Patrząc z naszego, poznańskiego punktu widzenia, jesteśmy wdzięczni Panu Profesorowi Pawlakowi, że zapoznał nas ze swoją koncepcją jej początków i że z nami zechciał dokonywać pierwszych weryfikacji praktycznych - były to zastosowania teorii zbiorów

przybliżonych do wspomagania decyzji w medycynie. W 1992 roku przypadł Poznaniowi zaszczyt zorganizowania pierwszego międzynarodowego seminarium na temat tej teorii. To seminarium zapoczątkowało serie konferencji międzynarodowych, które odbywały się w Kanadzie, USA, Japonii i w Polsce. Powstało również międzynarodowe towarzystwo naukowe International Rough Set Society.

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

Dr Urszula Stańczyk we wspomnieniach o Profesorze Adamie Mrózku z Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN oraz Politechniki Śląskiej w Gliwicach pisze [32]:

„Na początku lat 80-tych Profesor Mrózek zetknął się osobiście z Prof. Zdzisławem Pawlakiem, twórcą teorii zbiorów przybliżonych. Elementy tej teorii szybko okazały się efektywne w analizie i minimalizacji tablic opisujących zachowanie operatorów-ekspertów. Spotkanie z Profesorem Pawlakiem miało decydujący wpływ





na późniejsze badania naukowe A. Mrózka. W ostatnich latach życia Profesora Mrózka wykorzystanie teorii zbiorów przybliżonych zaowocowało wprowadzeniem idei tzw. kontrolera przybliżonego oraz rozszerzeniem zakresu zastosowań na procesy ekonomiczne i diagnostykę medyczną."

Autor tego artykułu zetknął się po raz pierwszy z Profesorem Pawlakiem w roku 1965. Wtedy Profesor Pawlak i Profesor Helena Rasiowa prowadzili na Wydziale Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego seminarium badawcze dotyczące automatycznego dowodzenia twierdzeń. Pamiętam, jakby to było dzisiaj, dużą salę audytorijną wypełnioną uczestnikami tego seminarium. W tym okresie Profesor prowadził również intensywne prace w związku z modelami matematycznymi komputerów i realizowanymi przez nie obliczeniami. Prowadził też wykłady i seminaria dla studentów matematyki i informatyki. Ta rozpręta we wczesnych latach sześćdziesiątych współpraca z Profesorem Heleną Rasiową i kierowanym przez nią zespołem była kontynuowana przez dziesiątki lat, a pozytywne jej skutki trwają do dzisiaj. Można z całą pewnością powiedzieć o powstaniu w wyniku tej współpracy szkoły naukowej [19]. Współpraca ta w istotny sposób wpłynęła na ukształtowanie sylwetek naukowych wielu osób i miała zasadniczy wpływ na ewolucję głównych pojęć logicznych badanych w zespole Profesor Heleny Rasiowej

[19]: od logiki klasycznej, poprzez logiki nieklasyczne, do wnioskowań charakterystycznych dla sztucznej inteligencji.

Pierwszy ślad zainteresowania Profesora zagadnieniami sztucznej inteligencji znalazłem w artykule [33] z roku 1956, w którym odnosi się do związku aparatów matematycznych z cybernetyką:

„Roboty, ludzie, homunkulusy, mechaniczne zwierzęta, maszyny grające w szachy i podobne im dziwne - do niedawna głównie domena pomyślonych wynalazców, alchemików czy nawet zwykłych oszustów, a w najlepszym przypadku pisarzy powieści fantastycznych - znalazły się nagle w kręgu ludzi najzupełniej normalnych, trzeźwych, co więcej, znanych i szanowanych uczonych. Zmianę tę wywołał w czasie ubiegłej wojny znany matematyk amerykański Norbert Wiener. [...] Doszedł do wniosku, że nowoczesne aparaty matematyczne są prawie idealnym modelem zjawisk zachodzących w systemie nerwowym, a także częściowo modelem zjawisk zachodzących w społeczeństwie, stwarzając w ten sposób podstawy do odrodzenia w nowej formie mechanicyzmu w biologii i socjologii. Ten nowy mechanicyzm nosi nazwę cybernetyki."

Profesor Pawlak przestrzegał w [33], że *„warto sobie zdać sprawę z tego, że aparat to nie organizm, a zachodzące między nimi analogie*



są drugorzędne, różnice natomiast mają charakter zasadniczy” i dalej „[m]ożliwości istniejących, najdoskonalszych nawet aparatów nie wykraczają w istocie poza zakres ‘bezmysłnej roboty’. [...] Od ‘mózgu elektronowego’ [...] należałoby się spodziewać bodajże nikłych przejawów inteligencji, myślenia – właściwości, których żaden aparat matematyczny nie ma.”

Tego rodzaju wypowiedzi pojawiają się również w roku 1963 w [34]:

„Rola maszyn matematycznych w matematyce ma więc ściśle określone granice. Tym bardziej wydaje się mało prawdopodobne, aby w innych naukach, szczególnie humanistycznych, mogły maszyny odegrać szczególną rolę. A więc nadzieje cybernetyków na stworzenie homunkulusa wydają się być nieuzasadnione. Jakkolwiek istnieje podobieństwo między maszynami a żywymi organizmami, to jednak ma ono charakter powierzchowny, różnice natomiast są zasadnicze. Inna jest historia maszyn, a inna bioorganizmów, nie sadzę aby ich drogi się kiedyś zbiegły”

„Czy cybernetyka jest wobec tego bezwartościową zabawą? Chyba nie. Cybernetyka zwiększyła zakres zainteresowań inżynierów w kierunku nauk humanistycznych, a humanistów w kierunku nauk technicznych i drogą pośrednią na pewno może wywrzeć wpływ na kierunek rozwoju techniki i innych nauk.”

W okresie późniejszym, aż do początku lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia, Profesor Pawlak nie publikował prac związanych bezpośrednio ze sztuczną inteligencją. Jednak już wspomniana Jego praca z roku 1965 [6], nawiązująca do modeli obliczeń inspirowanych procesami biologicznymi, wyraźnie wskazuje, że stale intrygowała Go problematyka modeli obliczeń i poszukiwania modeli obliczeń alternatywnych do obliczeń realizowanych w maszynach von Neumanna, do modeli obliczeń, które mogłyby stać się podstawą dla nowego przełomu technologicznego. Dał temu wyraz w wykładzie z okazji nadania mu doktoratu honoris causa przez Politechnikę Poznańską [35]:

„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).*

[...] Np. metrologia, aerodynamika, genetyka czy kryptografia wymagają jeszcze znacznie większych mocy

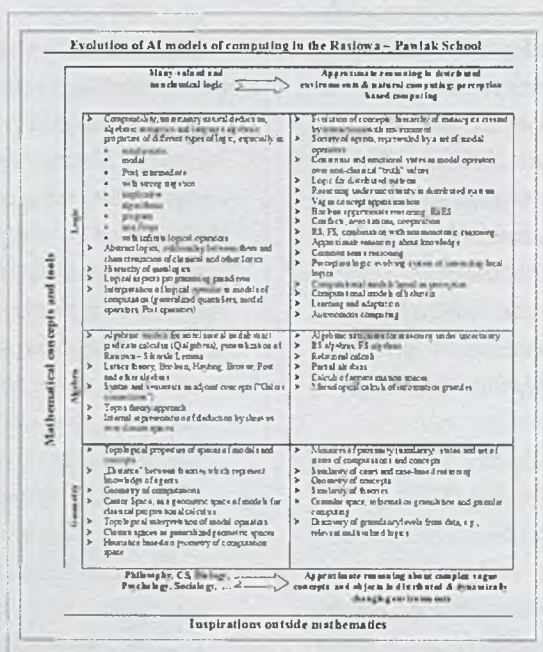


obliczeniowych. Chodzi tu nie tylko po prostu o dalsze zwiększenie szybkości obliczeń, ale przede wszystkim o znalezienie nowego paradygmatu obliczeń, gdyż koncepcja von Neumanna, na której oparte są współczesne komputery, zbliża się do kresu swych możliwości. Bez nowych koncepcji obliczeń współbieżnych i równoległych w bardzo dużej skali zadanie to może być bardzo trudne do zrealizowania.”

Profesora Pawlaka stale intrygowały poszukiwania nowych modeli obliczeń. Poszukiwał ich, pracując nad modelami obliczeń maszyn von Neumanna, modelami obliczeń

inspirowanych przez procesy biologiczne czy też modelami obliczeń dla automatycznego dowodzenia twierdzeń. Jednak te wszystkie modele obliczeń uznał za niewystarczające do pokonania prawdziwych trudności na drodze do sztucznej inteligencji [35]:

„Mimo olbrzymich sukcesów komputerów w 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



Zdj. 5. Ewolucja modeli w szkole Rasiowa - Pawlak



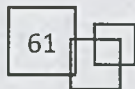
na czym polega istota odkrycia naukowego, rola w nim intuicji, skojarzeń etc. W drastyczny sposób sformułował to ogólnie Picasso.” (Por. motto w [35]: „Komputery są bezużyteczne. One nie stawiają pytań”)

Mimo że ten cel związany z modelami obliczeń wydawał się Profesorowi nieosiągalny, to jednak Jego odkrycie zbiorów przybliżonych zadecydowało, że z czasem powstała wokół tej tematyki nie tylko krajowa, ale międzynarodowa szkoła sztucznej inteligencji. Członkowie tej szkoły zauważyli, że genialne a zarazem proste pojęcie zbiorów przybliżonych znakomicie nadaje się do aproksymacyjnych rozumowań o pojęciach nieostrych (ang. *vague*) stanowiących punkt wyjścia do zrozumienia istoty rozumowań zdroworozsądkowych. Przykładem może tu być szkoła Rasiowa - Pawlak [19], w której badania nad logikami ewoluowały od logik klasycznych, poprzez logiki nieklasyczne, do logik wnioskowań aproksymacyjnych dla rozumowań zdroworozsądkowych i interakcyjnych obliczeń bazujących na percepcji (por. rys. 5 [19]).

Warto w tym miejscu przytoczyć znowu fragment wykładu Profesora w Politechnice Poznańskiej [35] nawiązujący do zagadnień związanych z metodami obliczeń i sztucznej inteligencji:

„Rozstrzyganie prawdziwości hipotez w logice indukcji odbywa 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 [...]. 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.”

Niewątpliwie odkrycie zbiorów przybliżonych dało już zauważalny impuls do prac nad zrozumieniem wspomnianej istoty rozumowań. Pojawiły się prace wskazujące na związki zbiorów przybliżonych z istniejącymi podejściami do wnioskowań zdroworozsądkowych, np. z logikami domniemań [36]. Rozwijają się prace nad związkami zbiorów przybliżonych z logikami parakonsystentnymi (ang. *paraconsistent logics*) (por. np. [37]). Zdaniem autora tego artykułu dalsze zrozumienie istoty rozumowań zdroworozsądkowych może być dokonane poprzez głębsze zrozumienie istoty i własności interakcyjnych obliczeń granularnych, w definiowaniu których podstawową rolę odgrywają zbiory przybliżone. Program takich badań przedstawiono w [19].

Zakończymy ten rozdział wypowiedzią Profesora Toshinori Munakata (z Uniwersytetu w Cleveland) [38]:

“It is an honor to contribute my short article to this special issue commemorating the life and work of Professor Zdzisław Pawlak.



In this article I would like to discuss my encounters with the field of artificial intelligence (AI) in general, and how I see rough set theory and Professor Zdzisław Pawlak in this context. I have been fortunate to know some of the greatest scholars in the AI field. There are many of them, but if I had to choose the three I admire most, they are: Professors Pawlak, Lotfi Zadeh and Herbert A. Simon. There are common characteristics among all of them. Although they are the most prominent of scholars, all are frank and easy and pleasant to talk with. All are professionally active at ages where ordinary people would have long since retired.

[...] For knowledge discovery techniques such as rough sets, there may be a limit when we deal only with decision tables. Perhaps we should also look at other formats of data as well as other types of data, for example, non-text, comprehensive types of information, such as symbolic, visual, audio, etc. Also, the use of huge background knowledge, in a manner similar to human thought, would be necessary and effective. Human-computer interactions would also enhance the discovery processes. Other totally different domains are non-silicon based new computing paradigms. I am currently working on my fourth Special Section for the Communications of

the ACM as a guest editor on this subject [...]. These approaches may lead to a new dimension of information processing in a wide range of application domains including rough sets. As with other scientific developments in history, such as alchemy and the first airplane, a breakthrough may come in a totally unexpected form."

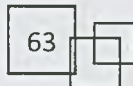
Ludzie i przyroda

Profesor Pawlak był osobą pełną życia i humoru, dobrze czuł się wśród ludzi, szczególnie wśród przyjaciół, kochał przyrodę i potrafił w obcowaniu z nią niezwykle szybko odnawiać siły do intensywnej pracy naukowej, której bez reszty poświęcił swe życie.

Profesor Piotr Dembiński z Instytutu Podstaw Informatyki PAN tak pisze w swych wspomnieniach [30]:

"Except for these outstanding scientific achievements Professor Pawlak was always modest person, which e.g. often began his speech with the words 'I am not sure, if it is significant, but [...]'.

[...] At the end I would like to say that Professor Pawlak had wide area of interests and had many talents, e.g. he sang very well and he knew probably all operetta arias by heart. As





we know at the end of his life he was painting a lot and here we can see also his superior abilities. His paintings could compete with professional painters' painting. For fun He was fond of requirements of confirmation of his various achievements, not only scientific one. E.g. he got from my wife – professional dancer – certificate about His high dance skills. Similarly, in famous 'Szkoła Orłąt' school in Dęblin, he asked commanding officer of the school – Gen. Olszewski to give him confirmation of status jet aeroplane test pilot, after his flight with General.

[...] Professor Pawlak - outstanding scientist and form tutor - such rich in various talents person."

Profesor Janusz Sosnowski z Politechniki Warszawskiej tak charakteryzuje Profesora Pawlaka [30]:

„Był osobą bardzo pogodną, z charakterystycznym poczuciem humoru i licznymi ciekawymi zainteresowaniami pozanaukowymi. Przejmując kierowanie Instytutem po przejściu prof. Pawlaka na emeryturę (od 1996 roku), napotykałem na wiele trudnych problemów zarówno wewnątrz Instytutu, jak również na Wydziale. W takich chwilach życzliwe dyskusje z Profesorem pozwoliły przetrwać trudne momenty i znaleźć odpowiednie rozwiązania. Profesor miał również rzadko spotykaną w środowisku

naukowym cechą doceniania osiągnięć innych naukowców i wspierania ich działalności."

Pan Jerzy Fiett, przyjaciel Profesora, we wspomnieniach udostępnionych przy okazji jednej z sesji poświęconych pamięci Profesora Pawlaka tak pisze:

„Ileż to lat minęło od czasu, kiedy młodzi wtedy ludzie: Zdzisław Pawlak – 'Kłaczek', Mieczysław Zieliński – 'Miećka', Andrzej Janikowski i Jerzy Fiett, członkowie ekskluzywnego, kilkusobowego Klubu Starych Kawalerów (KSK) z lat 50-tych minionego wieku stanowili grupę, dla której nie było rzeczy niemożliwych, kiedy najdziksze pomysły były wdrażane w mig? Andrzeja już nie ma wśród nas, spoczywa na wieki w Starej Miłosnej. Zdzisław, po osiągnięciu wszystkiego co można w karierze naukowej, w dalszym ciągu – mimo poważnych kłopotów zdrowotnych – czynnie działa w swojej profesji, a ponadto maluje - i to jak - pisze, ma ciągle nowe plany."

Niejednokrotnie Profesor wspominał wyprawy w Bieszczady, które miały miejsce wkrótce po wojnie. Oto fragment wspomnień Pana Jerzego Fietta z tych wypraw:

„Biwak na Szerokim Wierchu, strzelające na mrozie drzewa, wyprawa na Halicz via Tarnica – Krzemień

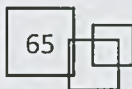


(cholerny zalodzony trawers!), powrót o zachodzie słońca, piękny zjazd z Tarnicy po śniegowych kalafiorach. Kolejna mroźna noc, suszenie i zamrażanie na noc butów, suszenie rękawic i skarpet metodą 'na brzuszku' – rano piękne, szronowe repliki na śpiworach skarpet i rękawic! Zamrożnięte na kamień, zalodzone buty. Następnie po porządnym śniadanku w drogę do miejsc, gdzie kiedyś były Berehy Górne. Niezwykle uciążliwe przedzieranie się z opornym i ciągle figlującym toboganiem przez zaśnieżone chaszcze po dość stromym stoku, pełnym niespodzianek w postaci zasp, rozpadlin i innych przeszkód, a następnie już nieco przyjaźniejszym terenem spory kawał drogi do małego łemkowskiego cmentarzyka i paru sterczących ze śniegu kominów. To było wszystko, co zostało ze wsi Berehy Górne. Nieopodal tego pogorzelska, na obszernej polanie zasypanej głębokim, zmarzniętym na kość śniegiem stawiamy namioty, rozkładamy w środku legowiska do spania i plecaki. Ściągamy z pobliskich lasów i chaszczy, ile się da, drzewa na ognisko, otaczamy dookoła namioty rozpiętymi na wyciętych siekierą palikach fladrami i tak powstaje nasz nowy obóz. Spanie, podobnie jak poprzednich nocy, nie zapowiada się komfortowo. Namioty bez podłóg wyścielamy płachtami, na których układamy materacyki zrobione samodzielnie z czterech dętek rowerowych połączonych parcianymi taśmami. Na tym koce i śpiwory, a pod głowę plecaki."

Wyprawy nad jeziora mazurskie należały do ulubionych wypraw Profesora, na które nieraz razem wyruszaliśmy jeszcze w ostatnich latach jego życia. Miałem nieraz wrażenie, że zna On tam nie tylko każde jezioro, ale i każdą ścieżkę, każdy kamień i każde drzewo.

Oto jeszcze jeden fragment wspomnień Pana Jerzego Fietta z dawnych wypraw nad jeziora:

„Następnego dnia po stosunkowo spokojnym odcinku spływu zaczyna się najpiękniejszy, ale i najdłuższy i najtrudniejszy odcinek drogi, tak zwane 'piekielko'. Płyniemy wspinalym, przyciemnionym gęstymi konarami drzew rosnących po obydwu stronach rzeki tunelem, unoszeni bystrym na tym odcinku prądem, korytem o licznych zakrętach, pełnym głazów niekiedy całkiem ostrych oraz zwalonych drzew, usilnie starając się uchronić od podziurawienia czy wręcz połamania nasze łodzie, operując z niemalym wysiłkiem, jak się da, wiosłami, a niekiedy bezpośrednio rękami. Ale jest naprawdę pięknie! Zdzisie mimo trudności z zajęciem stanowiska wytrawnego fotografa oraz utrzymaniem na wybranej pozycji 'modeli' – Andrzeja i Miećki – ostatecznie strzela zdjęcie - symbol naszej wyprawy rzeką Wel, a w przyszłości temat wspomnianej wyżej I nagrody w konkursie fotograficznym londyńskiego Times'a."



Zakończenie

W zakończeniu przytoczymy jeszcze kilka wypowiedzi pochodzących z sesji wspomnieniowych poświęconych pamięci Profesora Zdzisława Pawlaka. Wiele innych można znaleźć np. w [39-44]. Tom [45] czasopisma *Fundamenta Informaticae* zawiera artykuły dedykowane Profesorowi.

Profesor Roman Słowiński w czasie jednej z sesji wspomnieniowej poświęconej Profesorowi Zdzisławowi Pawlakowi powiedział:

„Droga, która zawiodła Profesora Pawlaka do jego przełomowych odkryć, była długa i zakończona sukcesem. Przez ponad pięćdziesiąt lat Profesor Pawlak prowadził badania w wielu rodzących się obszarach Informatyki. Bez przesady można powiedzieć, że jego osobista droga jest jednym z najważniejszych wątków 50-letniej historii badań w dziedzinie polskiej i światowej Informatyki.”

W czasie tej samej sesji James F. Peters oraz autor tego artykułu tak wspominali Profesora:

„Zdzisław Pawlak oddał bogactwo swego czasu i energii, aby pomagać innym. Jego osobowość i wnikliwość miały niewątpliwy wpływ na wielu naukowców na świecie. Miał niezwykle talent

inspirowania do pracy badawczej uczniów i współpracowników, a także wielu naukowców spoza Jego bezpośredniego otoczenia. Współpracujący z Profesorem uważali, że jest to człowiek niezwykle i szczególnie bliski. Wielu mówiło o Nim 'Nasz Papa Pawlak'.

[...] Profesor Zdzisław Pawlak był z nami tylko przez chwilę, jednak gdy popatrzymy na Jego talenty i wielkie osiągnięcia, zdajemy sobie sprawę, jak bardzo wpłynął na nas i nasze osiągnięcia nie tylko twórczą pracą w wielu obszarach, takich jak rozumowanie przybliżone, inteligentne systemy informacyjne, modele obliczeniowe, podstawy informatyki i sztucznej inteligencji - w szczególności obejmujące teorię zbiorów przybliżonych, obliczenia molekularne, rozpoznawanie wzorców, filozofia, sztuka i poezja, ale i swoją niezwykle bogatą osobowością. Z wielu źródeł można przekonać się o Jego niezwykłym poświęceniu dla innych.”

Profesor Alicja Wakulicz-Deja żegnała Profesora słowami [30]:

„Z Instytutem [Uniwersytetu Śląskiego] rozstał się w roku 1986 ze względów osobistych i zdrowotnych. Jednak cały czas interesował się badaniami naukowymi i pracami prowadzonymi w naszym



Instytucie. Zobowiązywał mnie do przyjazdów do Warszawy i relacjonowania aktualnych spraw Instytutu. Cieszyły Go nasze osiągnięcia, radził, jak pokonać problemy. Uważał, że jeżeli ktoś jest w stanie nas zastąpić, to my powinniśmy zająć się czymś nowym. Uważał też, że prymitywnych i nieżyczliwych ludzi należy omijać z daleka, bo 'gdy wdepnie się w błoto, to zawsze na butach coś zostanie'. Te nasze spotkania trwały do ostatnich dni. Już będąc bardzo chory, domagał się tych relacji. Jeżeli moja nieobecność u Profesora trwała zbyt długo, zwykł był żartować 'coś Pani Profesor ostatnio „zhardziła”'.

[...] Wydawał się człowiekiem niezniszczalnym. Jednak walka z ciężką chorobą była bardzo trudna, gdy w trakcie naszych spotkań białam się, że jest zmęczony i pytałam, czy coś Go boli, mówił: 'nie rozmawiajmy o tym, inni cierpią więcej, a są lepsi ode mnie (jak JŚ Papież)'. Tylko pod koniec były takie chwile, kiedy mówił: 'ty masz tam w górze lepsze chody, poproś, aby mnie już zabrali'.

[...] Był osobą niezwykle wymagającą i mimo częstego wprowadzania w rozmowach tonu żartobliwego i właściwych dla siebie żartobliwych ripost był osobą budzącą szacunek swą ogromną wiedzą i inteligencją.

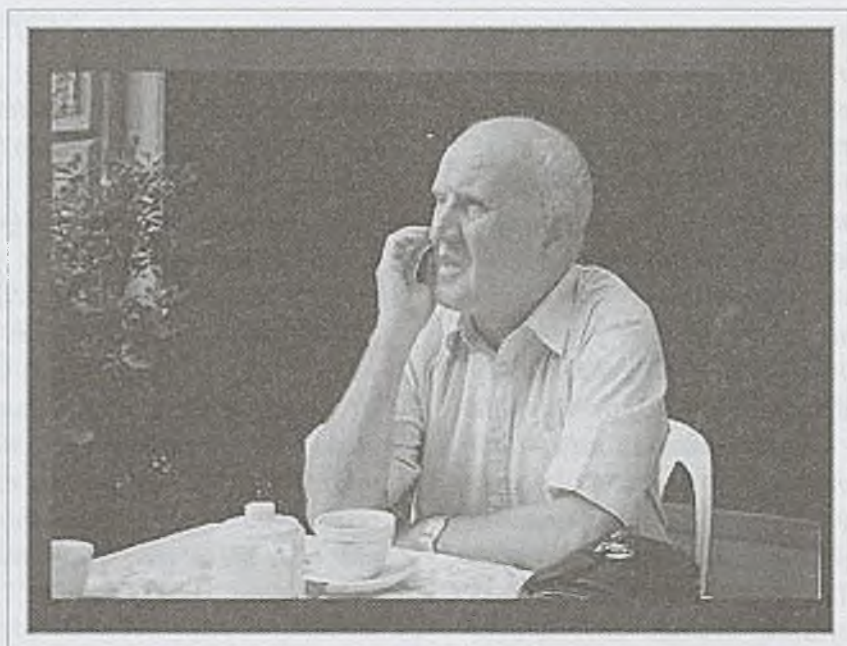
[...] Często powtarzał, że praca naukowa jest bardzo ciężką pracą i czasem wolalby być drwalem, bo ten przynajmniej po ciężkiej pracy odpoczywa, mając wokół piękną naturę. Ta natura ciągnęła go często do puszczy i nad jeziora, ją też uwieczniał na swoich pięknych zdjęciach i malowanych obrazach.

[...] Myślę, że dzisiaj odpoczywa gdzieś wśród tych swoich ulubionych lasów i jezior, ale też czasem brakuje mi jego słów 'dawno Pani nie widziałem, coś Pani ostatnio „zhardziła”, Pani Profesor”'.

Literatura

- 1) A. Skowron, L. Polkowski (eds.): Proceedings of the International Conference on Rough Sets and Current Trends in Computing (RSCTC 1998), Warsaw, Poland, June 22-26, 1998, Lecture Notes in Computer Science 1424, Springer-Verlag, Heidelberg (1998)
- 2) Z. Pawlak: Flip-Flop as Generator of Random Binary Digits. Mathematical Tables and Other Aids to Computation 10(53) (1956) 28-30
- 3) Z. Pawlak: Podziękowanie. [w:] K. Długosz (red.). Zdzisław Pawlak. Doktor Honoris Causa Politechniki Poznańskiej. Politechnika Poznańska, Poznań (2002) 15-18





Zdj. 6. Profesor Zdzisław Pawlak (2004 r.)

- 4) Z. Pawlak: Another comment on „negative radix conversion”. IEEE Transactions on Computers (Correspondence) 20 (May 1971) 587
- 5) Z. Pawlak: On the notion of a computer. In: B. van Rootselaar, J. F. Staal (eds.) Logic, Methodology and Philosophy of Science III: Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Amsterdam 1967. North Holland, Amsterdam (1968) 255-267
- 6) Z. Pawlak: Gramatyka i matematyka. PZWS, Warszawa (1965)
- 7) S. Marcus: Z. Pawlak, a Precursor of DNA Computing and of Picture Grammars. In: A. Skowron (ed.). New Frontiers in Scientific Discovery - Commemorating the Life and Work of Zdzisław Pawlak. Fundamenta Informaticae 75 (1-4) (2007) 331-334
- 8) T. Head: Formal language theory and DNA: An analysis of the generative capacity of specific recombinant behaviors. Bull. Math. Biology 49 (1987) 737-759
- 9) Z. Pawlak: Mathematical foundation of information retrieval. In: Proceedings of the International Symposium and Summer School on Mathematical Foundations of Computer Science, Strbske Pleso, High Tatras,



- Czechoslovakia, 1973. Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences (1973) 135-136
- 10) W. Marek, Z. Pawlak: On the foundation of information retrieval. Bull. Pol. Acad. Sci. Math. 22(4) (1974) 447-452
- 11) W. Marek, Z. Pawlak: Information storage and retrieval - Mathematical foundations. Theoretical Computer Science 1 (1976) 331-354
- 12) Z. Pawlak: O wyszukiwaniu informacji. Delta 4 (1975) 12-14
- 13) Y. Bar-Hillel, R. Carnap: An Outline of a Theory of Semantic Information. Research Laboratory of Electronics, Cambridge, MA, Technical Report No. 247, MIT 1953
- 14) F. Dretske: Knowledge and the Flow of Information. The MIT Press, Cambridge, MA (1981)
- 15) J. Barwise, J. Seligman: Information Flow: The Logic of Distributed Systems. Cambridge University Press (1997)
- 16) L. Floridi: Information - A Very Short Introduction. Oxford University Press, Oxford (2010)
- 17) L. Floridi (ed.): The Cambridge Handbook of Information and Computer Ethics. Cambridge University Press, Cambridge (2010)
- 18) D. Goldin, S. Smolka, P. Wegner: Interactive Computation: The New Paradigm. Springer, Heidelberg (2006)
- 19) A. Jankowski, A. Skowron: Logic for artificial intelligence: The Rasiowa - Pawlak school perspective. In: A. Ehrenfeucht, V. Marek, M. Srebrny (eds.), Andrzej Mostowski and Foundational Studies, IOS Press, Amsterdam (2007) 106-143
- 20) Z. Pawlak: Rough sets. International Journal of Computer and Information Sciences 11 (1982) 341-356
- 21) Z. Pawlak: Rough Sets - Theoretical Aspects of Reasoning about Data. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht (1991)
- 22) Z. Pawlak, A. Skowron: Rudiments of rough sets. Information Sciences 177(1) (2007) 3-27
- 23) Z. Pawlak, A. Skowron: Rough sets: Some extensions. Information Sciences 177(1) (2007) 28-40
- 24) Z. Pawlak, A. Skowron: Rough sets and Boolean reasoning. Information Sciences 177(1) (2007) 41-73
- 25) R. Słowiński: Laudatio poświęcone Panu prof. dr hab. inż. Zdzisławowi I. Pawlakowi. [w:] K. Długosz (red.). Zdzisław Pawlak. Doctor Honoris Causa Politechniki Poznańskiej. Politechnika Poznańska, Poznań (2002) 7-11
- 26) Rough Set Database System <http://rds.univ.rzeszow.pl/>
- 27) G. Wang, Q. Zhang, H. Yu, J. Hu, F. Hu: Expressing and processing of uncertain knowledge. Rough





- Sets: Future Research Directions International Workshop, June 26-27, 2010, Warsaw. Faculty of Mathematics, Computer Science and Mechanics at Warsaw University
- 28) Z. Pawlak: On Conflicts. *Int. J. of Man-Machine Studies* 21 (1984) 127-134
- 29) <http://www.cs.utep.edu/interval-comp/pawlak.html>
- 30) A. Wakulicz-Deja (red.): *Systemy Wspomagania Decyzji tom I*, Uniwersytet Śląski, Katowice 2007, 1-206
- 31) J. Dembczyński: Słowo wstępne. [w:] K. Długosz (red.). *Zdzisław Pawlak. Doctor Honoris Causa Politechniki Poznańskiej. Politechnika Poznańska, Poznań (2002)* 5
- 32) U. Stańczyk (red.): *Adam Mrózek (1948-1999)* Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN, Gliwice (2009) 13
- 33) Z. Pawlak: *Myślą czy nie myślą? Zasady działania aparatów cyfrowych. Problemy (1956)* 77-86
- 34) Z. Pawlak: *Sztuczna inteligencja. Argumenty (7) (1963)* 4
- 35) Z. Pawlak: *I co dalej?* [w:] K. Długosz (red.). *Zdzisław Pawlak. Doctor Honoris Causa Politechniki Poznańskiej. Politechnika Poznańska, Poznań (2002)* 21-29
- 36) P. Doherty, W. Łukaszewicz, A. Skowron, A. Szałas: *Knowledge Representation Techniques: A Rough Set Approach. Studies in Fuzziness and Soft Computing 202, Springer, Heidelberg (2006)*
- 37) A. Vitória, J. Maluszynski, A. Szałas: *Modeling and Reasoning with Paraconsistent Rough Sets. Fundamenta Informaticae* 97(4) (2009) 405-438
- 38) T. Munakata: A personal view on AI, rough set theory and Professor Pawlak. *Transactions on Rough Sets VI, LNCS 4374 (2007)* 247-252
- 39) A. Ehrenfeucht, J. F. Peters, G. Rozenberg, A. Skowron: *Zdzisław Pawlak Life and Work (1926-2006)*. *Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science (EATCS)* 90 (2006) 202-204
- 40) J.F. Peters, A. Skowron: Some contributions by Zdzisław Pawlak. In: G. Wang et al. (eds.): *RSKT 2006, LNAI 4062, Springer, Heidelberg (2006)* 1-11
- 41) J. F. Peters, A. Skowron: *Zdzisław Pawlak life and work (1926-2006)*. *Transactions on Rough Sets V, LNCS 4100 (2006)* 1-24
- 42) J.F. Peters, A. Skowron: *Zdzisław Pawlak Commemorating His Life and Work*. In: S. Greco et al. (eds.): *RSCTC 2006, LNAI 4259, Springer, Heidelberg (2006)* 49-52
- 43) R. Słowiński: *Prof. Zdzisław Pawlak (1926-2006)*. *Obituary. Fuzzy Sets and Systems* 157 (2006) 2419-2422
- 44) J. F. Peters, A. Skowron: *Zdzisław Pawlak life and work (1926-2006)*. *Information Sciences* 171(1) (2007) 1-2

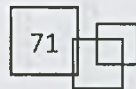


- 45) A. Skowron (ed.). New Frontiers in Scientific Discovery - Commemorating the Life and Work of Zdzisław Pawlak. *Fundamenta Informaticae* 75 (1-4) (2007) 1-562

RĘKOPISY, WYWIADY I INNE
(zob. biblioteka elektroniczna
Politechniki Warszawskiej)

- 1) Organizacja maszyn matematycznych. Część I Pojęcie maszyny matematycznej. Komentarz do wykładu dla studentów matematyki. 1-52 (wykłady na Wydziale Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1963-1967)
- 2) Organizacja maszyn matematycznych. Część II Maszyny uniwersalne. Komentarz do wykładu dla studentów matematyki. 1-35 (wykłady na Wydziale Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1963-1967)
- 3) Teoria maszyn matematycznych. Komentarz do wykładu doc. dr Zdzisława Pawlaka dla III-go roku Studium Zaocznego Matematyki UW, Sekcja Metod Numerycznych, Zeszyt 1. 1-145 (wykłady na Wydziale Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1963-1967)
- 4) Rough Set Rudiments. 1-47
- 5) Zbiory przybliżone Nowa matematyczna metoda analizy danych. 1-13
- 6) Rough Control. (1996) 1-4

- 7) Komputery i nauka. 1-7
- 8) Conflicts and Decisions II. 1-7
- 9) Data Analysis: A Rough Set View. 1-9
- 10) Decision and Flow Networks. 1-8
- 11) Decision Tables and Case Based Reasoning. 1-5
- 12) Flow Graphs: A New Paradigm for Intelligent Data Analysis. 1-28
- 13) Inference Rules, Decision Rules and Rough Sets. (1999) 1-7 (preliminary version of the paper for RSFDGrC 1999 in Yamaguchi).
- 14) Multi-Valued Logic, Bayes' Rule and Rough Sets. 1-10
- 15) A New Approach to Drawing Conclusions from Data. A Rough Set Perspective. 1-14
- 16) New Look on Bayes' Theorem The Rough Set Outlook II. 1-17
- 17) Rough Sets - A New Way of Data Analysis. 1-9
- 18) Rough Set Theory: A New Mathematical Approach to Data Analysis. 1-14
- 19) Using Rough Sets for Drawing Conclusions from Data. 1-8
- 20) Conflicts and Decisions. 1-6
- 21) Rough Sets. 1-40 (slides)
- 22) In Pursuit of Patterns in Data. Reasoning from Data. The Rough Set Way. 1-36 (slides).
- 23) Zbiory przybliżone i ich zastosowania. 1-4
- 24) Rough Set Theory. 1-5
- 25) (z L. Łukaszewiczem, J. Fiettem, W. Jaworskim, Z. Sawickim) W sprawie polskich maszyn matematycznych. *Trybuna Ludu* 131 (1956) 4



- 26) Maszyny bezadresowe i „symbolika polska” Łukasiewicza. Życie Warszawy 113 (1961) 5
- 27) Matematyczne podstawy informatyki. Trybuna Ludu 105 (1973) 6
- 28) Ludzie i komputery. Kształcenie informatyków. Trybuna Ludu 345 (1974) 6
- 29) Wracanie do źródeł. Głos Pracy 17 (Wtorek, 25 lipca 1978) 1
- 30) Recenzja książki Władysława Turskiego pt. Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych w ośrodkach naukowo-technicznych. Roczniki Polskiego Towarzystwa Matematycznego, Ser. 2, 11(2) (1970) 335-336
- 31) (z A. Mąkowskim, Z. Semadenim) Recenzja książki Adama Empachera, Zbigniewa Sępa oraz Anny Żakowskiej pt. Mały słownik. Roczniki Polskiego Towarzystwa Matematycznego, Ser. 2, 11(2) (1970) 344-350
- 32) Recenzja książki Marii Nowakowskiej pt. Language of motivation and language of action. Prakseologia 2 (1976) 167-168



Prof. dr hab. inż. Andrzej Skowron

Ukończył z wyróżnieniem studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej, uzyskując tytuł magistra inżyniera elektroniki (specjalność: maszyny matematyczne i automatyka) oraz tytuł magistra matematyki na Wydziale Matematyki Uniwersytetu Warszawskiego. Stopnie naukowe doktora (z wyróżnieniem) i doktora habilitowanego uzyskał w zakresie matematycznych podstaw informatyki na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie pracuje od chwili ukończenia studiów. W roku 1991 uzyskał tytuł naukowy profesora, a od roku 1993 jest profesorem zwyczajnym na tym Wydziale. Jest członkiem Komitetu Informatyki PAN oraz wieloletnim vice-przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Podstaw Informatyki PAN. Jest on autorem blisko 400 publikacji

naukowych. Jego obecne zainteresowania naukowe koncentrują się wokół zagadnień wnioskowania przy niepełnej informacji, wnioskowań aproksymacyjnych, metod i zastosowań obliczeń elastycznych, ze szczególnym uwzględnieniem zbiorów przybliżonych, interakcyjnych obliczeń granularnych, systemów inteligentnych, eksploracji danych, systemów wspomagania decyzji, adaptacyjnych systemów autonomicznych oraz modeli obliczeń bazujących na percepcji. Był on promotorem w ponad dwudziestu przewodach doktorskich. Brał udział w wielu krajowych i międzynarodowych projektach badawczych oraz komercyjnych (np. wykrywanie oszustw w transakcjach bankowych, wyszukiwarki internetowe, sterowanie helikopterem bezzalagowym, forex). Jest on członkiem komitetów redakcyjnych wielu czasopism o zasięgu międzynarodowym. Przez 15 lat był redaktorem naczelnym *Fundamenta Informaticae*. W latach 1996-2000 był prezydentem międzynarodowego towarzystwa naukowego *International Rough Set Society*. Andrzej Skowron wygłosił wiele zaproszonych wykładów na międzynarodowych konferencjach i w instytutach badawczych, w tym wykład plenarny na 16-th IFIP World Computer Congress (Pekin, 2000) oraz wykład zaproszony na 2nd World Congress on Natural Computing (Kitakyushu, Japonia, 2010). Andrzej Skowron otrzymał za osiągnięcia naukowe i organizacyjne liczne wyróżnienia w kraju i za granicą, w tym Nagrody Ministra Edukacji, Nagrody im. Stanisława Mazura i Zygmunta Janiszewskiego Polskiego Towarzystwa Matematycznego oraz tytuł profesora honorowego (ang. *honorary professor*) w *Chongqing University of Post and Telecommunication* (Chiny).