

## Danuta Makowiec (1957-2024)



Danuta Makowiec z nagrodą im. prof. Karola Taylora (fot. Marek Makowiec)

Środowiska zajmujące się szeroko rozumianymi układami złożonymi boleśnie odczuły odejście w pełni sił twórczych naszej koleżanki profesor Danuty Makowiec kierowniczkii Zakładu Metod Matematycznych Fizyki w Instytucie Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego. Poniższa mozaika osobistych/emocjonalnych wspomnień przedstawia sylwetkę Danki i jej wpływ na nasze środowiska oczami każdego z nas z osobna i wszystkich razem. Niżej podpisany miał zaszczyt i przyjemność współorganizować tę spontaniczną akcję wynikającą z potrzeby serc i umysłów. Chcieliśmy dać świadectwo, jak niezwykłą osobowością była profesor Makowiec oraz jakim wsparciem i inspiracją było spotkanie jej na naszych drogach życiowych.

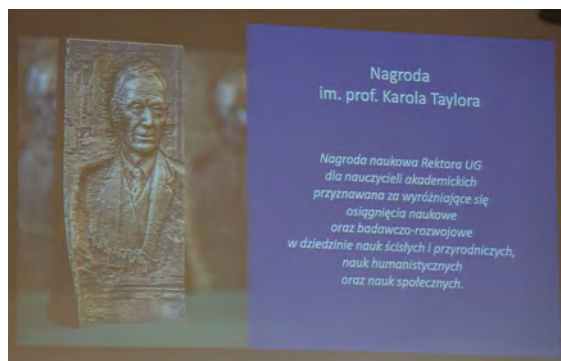
Niech mi wolno będzie (jako przewodniczącemu Sekcji Fizyka w Ekonomii i Naukach Społecznych (FENS) Polskiego Towarzystwa Fizycznego) przedstawić tu własne (bardzo wycinkowe) wspomnienie związane z aktywnością Danki w naszym środowisku.

Nasze drogi skrzyżowały się w pierwszej dekadzie tego stulecia, w okresie „rączkowania” Sekcji FENS w ramach PTF oraz świeżo utworzonej specjalności Metody Fizyki w Ekonomii (Ekonofizyka) na Wydziale Fi-

zyki Uniwersytetu Warszawskiego. Mogę powiedzieć, że wsparcie Danki w obu tych przedsięwzięciach było nadzwyczaj ważne zarówno od strony merytorycznej, jak i pragmatycznej.

W tamtym okresie moje zainteresowania były skierowane na dynamiczne przemiany fazowe – tematyka ta wydawała mi się szczególnie atrakcyjna także w kontekście wyzwań pochodzących spoza tradycyjnie rozumianej fizyki. Mam tutaj na myśli obszary, które dzisiaj należą już do ekonofizyki i socjofizyki, a wtedy były dopiero w wieku „niemowlęcym”. Z tamtego właśnie okresu pochodzi publikacja Danki z Piotrem Gnacińskim [1] dotycząca obecności oscylacji logarytmiczno-periodycznych na giełdzie i publikacja [2] z powyższym oraz Wiesławem Miklaszewskim, wskazująca na możliwość zastosowania podejść perkolacyjnych w tym obszarze. Prace te (wpisując się w zasadniczy nurt publikacji ekonofizycznych) uprzytomniły mi rzecz dzisiaj oczywistą, że istnieje wiele metod fizyki (zwłaszcza z obszaru fizyki statystycznej czy teorii układów dynamicznych) przygotowanych/otwartych do zastosowań wykraczających daleko poza samą tradycyjnie rozumianą fizykę. Ta interdyscyplinarna aktywność Danki była na tyle wspierająca, że w rezultacie umożliwiła mi zorganizowanie specjalności ekonofizycznej na Wydziale Fizyki UW w roku 2006.

W kontekście Sekcji FENS, trzeba podkreślić, że Danika była wybierana do Zarządu Sekcji w kolejnych kadencjach, poczynając od powstania Sekcji w roku 2004, i stała się od początku jej filarem. Wymownym wyrazem tej aktywności może być niezwykle udane 6. Ogól-



Definicja nagrody im. prof. Karola Taylora (fot. Marek Makowiec)

nopolskie Sympozjum Fizyka w Ekonomii i Naukach Społecznych (FENS) zorganizowane przez nią na Uniwersytecie Gdańskim w roku 2012 (<http://science24.com/event/fens2012/>). Pozwolę sobie przywołać jeden z głównych celów, jakie przyświecały temu Sympozjum, dobrane oddający interdyscyplinarne zainteresowania Danuty: Prezentacje metodyk i metodologii wywodzących się z nauk fizycznych, wykorzystujących modelowanie matematyczno-statystyczne oraz technologie informatyczne w naukach ekonomicznych (ekonofizyka) i społecznych (socjofizyka).

Muszę przyznać, że nie zdawałem sobie sprawy, jak bogate, wielokierunkowe były zainteresowania Danki. Uprzytomniłem to sobie dopiero teraz przeglądając nadesłane notki wspomnieniowe. Dlatego cieszę się, że niniejszy numer *Postępów Fizyki* chociaż w części przybliży czytelnikom fascynującą osobowość Danuty Makowiec.

[1] Piotr Gnaciński, Danuta Makowiec: *Another type of log-periodic oscillations on Polish stock market*. *Physica A* 344(1-2), 322-325 (2004).

[2] Danuta Makowiec, Piotr Gnaciński, Wiesław Miklaszewski: *Amplified imitation in percolation model of stock market*. *Physica A* 331(1-2) 269-278 (2004).

Ryszard Kutner

(Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski)

ryszard.kutner@fuw.edu.pl



Poznaliśmy się na początku lat 90. XX w. Ja byłem wtedy jeszcze asystentem w Instytucie Matematyki UG. Zacząłem tam pracować w 1990 po skończeniu studiów matematycznych na Uniwersytecie Wrocławskim. Moja praca magisterska dotyczyła nieprzemiennego rachunku prawdopodobieństwa. Po przyjeździe do Gdańska chciałem kontynuować badania dotyczące nieprzemiennych struktur matematycznych. Przez zupełny przypadek dowiedziałem się, że podobnymi tematami interesuje się wówczas docent Adam Majewski z IFTiA. Z czasem zaczęliśmy współpracować, a ja zacząłem być częstym gościem „za kratą”. I tak poznałem Dankę, wtedy jeszcze panią doktor, z którą od czasu do czasu zamienialiśmy słowo mijając się na korytarzu.

W roku 1998 byłem świeżo upieczonym doktorem matematyki (moim promotorem był prof. Majewski), a w Gdańsku przygotowywaliśmy się do dużej konferencji, której byliśmy gospodarzami. Była to kolejna z cyklu konferencji Quantum Probability. Współorganizatorami tej konferencji byli prof. Robert Alicki i prof. Adam Majewski (obaj z Gdańska) oraz prof. Marek Bożejko z Wrocławia (promotor mojej pracy magisterskiej). My z Danką byliśmy w lokalnym Komitecie organizacyjnym

i zajmowaliśmy się wszelkimi drobiazgami organizacyjnymi, dbaliśmy o to, żeby projektor był sprawny, żeby wszyscy uczestnicy mieli zakwaterowanie czy też żeby programy zostały wydrukowane itp. Siłą rzeczy spędziłyśmy ze sobą trochę czasu. Pamiętam rozmowy z tamtego czasu. Jako starsza koleżanka z fizycznego instytutu Danką wprowadzała mnie w meandry świata fizyki matematycznej. Dowiedziałem się, że interesuje się ekonofizyką, a jej prace dotyczą badania rynków finansowych metodami które pochodzą z teorii układów dynamicznych. To były początki rynku papierów wartościowych w Polsce. Jej badania wydały mi się bardzo ciekawe. Uderzyła mnie wtedy jej życzliwość i chęć pomocy.

W roku 2005 przenieśliśmy się z Instytutu Matematyki do IFTiA. Przydzielono mi pokój sąsiadujący z pokojem Danki. Od teraz widywaliśmy się na co dzień. Nie prowadziliśmy wspólnych badań. Moje zainteresowania oscylowały wokół matematycznych metod teorii informacji kwantowej, w szczególności odwzorowań dodatnich. W tym czasie Danką zajmowała się już automatami komórkowymi, z czasem zaczęła współpracować ze specjalistami ze świata medycznego. Zaczęła być znana jako badaczka zajmująca się modelowaniem matematycznym pracy serca. Jej pozycję potwierdzało organizowane przez nią seminarium Hard Heart w IFTiA, w którym uczestniczyło wielu naukowców z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Politechniki Gdańskiej, a także z ośrodków naukowych spoza Trójmiasta. Pełniąc funkcję Kierownika Zakładu Metod Matematycznych Fizyki była moim bezpośrednim przełożonym. W latach 2007-2010 sprawowała funkcję prodziekana ds. studenckich. Nominację profesorską odebrała z rąk Prezydenta RP w roku 2012.

Czasami rozmawialiśmy, ot tak po koleżeńsku, w przerwach między zajęciami, najczęściej na korytarzu. Bo w IFTiA tak już jest, że rozmawia się na korytarzu. Różne to były rozmowy, nie zawsze o sprawach naukowych. Czasami opowiadałem o moich dzieciach, czasami wymienialiśmy się opiniami o polityce, o sytuacji na uczelni i wielu innych bardziej lub mniej ważnych sprawach. Oboje byliśmy raczej skowronkami, wcześniej przychodziliśmy do pracy i żartobliwie licytowaliśmy się, „kto wygrał”, pojawiając się wcześniej w Instytucie.

W roku 2017 nasi koledzy z Wydziału zajmujący się teorią informacji kwantowej odnieśli wielki sukces. Pod wodzą prof. Marka Żukowskiego zdobyli finansowanie Fundacji na rzecz Nauki Polskiej dla swojego projektu międzynarodowej agendy badawczej. W wyniku tego część z nich zaczęła pracować w Międzynarodowym Centrum Teorii Technologii Kwantowych przy Uniwersytecie Gdańskim. Zwolniło się stanowisko Dyrektora Instytutu, które dotychczas zajmował prof. Żukowski. W wyniku jednogłośniego poparcia wszystkich pracowników Danką została nowym Dyrektorem. Miałem zaszczyt

być w tym czasie jej zastępcą. Nie było to długie dyrektorowanie. Szybko zorientowała się, że nie jest w stanie pogodzić swoich badań z obowiązkami administracyjnymi. Mimo to, w krótkim czasie zdołała uporządkować wiele spraw. W roku 2018 objąłem stanowisko po niej i wtedy doceniłem ogrom pracy, którą wykonała.

A potem nastąpiła pandemia Covid 19. Przestaliśmy się widywać, bo nie wolno nam było przychodzić do pracy, a zajęcia ze studentami prowadziliśmy zdalnie. Od czasu do czasu spotykaliśmy się online na platformie Teams. To był trudny czas dla nas wszystkich, który odbił się na nas piętnem, z radością więc przyjmowaliśmy zdejmowanie kolejnych obostrzeń, możliwość przychodzenia do pracy i prowadzenia zajęć ze studentami „twarzą w twarz”.

Wtedy dowiedzieliśmy się, że Danka jest ciężko chora. Wtedy jeszcze nie wiedzieliśmy, co jej dokładnie dolega, ale domyślaliśmy się, że sytuacja jest poważna. Później wieści zaczęły dochodzić. Cieszyliśmy się, że jej walka z chorobą początkowo była pomyślna. Mimo konieczności kontynuowania uciążliwej terapii zaczęła pojawiać się w pracy.

W roku 2022 została uhonorowana Nagrodą Naukową Rektora Uniwersytetu Gdańskiego im. Profesora Karola Taylora. Jest to wyróżnienie naukowe najwyższej rangi na Uniwersytecie Gdańskim.

Niestety, mimo jej ogromnej determinacji i silnej woli walki, choroba pokonała Dankę. Został po niej pusty pokój obok mojego i nie ma już z kim się ścigać, kto będzie pierwszy w pracy...

*Marcin Marciniak*  
(Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki,  
Uniwersytet!Gdański)  
marcin.marciniak@ug.edu.pl

---

#### *Od całek Feynmana do modelowania serca*

Wiadomość o śmierci Danusi Makowiec zaskoczyła mnie, mimo że nie była niespodziewana. Ponad trzy lata obserwowałem jej zmagania z chorobą. Paradoksalnie był to w jej działalności naukowej i dydaktycznej okres wzmożonej aktywności. Spotykałem ją w tym okresie w Instytucie Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego, gdzie oboje byliśmy zatrudnieni, stosunkowo rzadko, raz, może dwa razy w tygodniu, głównie, wtedy gdy prowadziła zajęcia dydaktyczne. Sprawiała wrażenie osoby bardzo żywotnej, chociaż bardzo zeszczupiała. Pracowała przeważnie zdalnie, ale bardzo wydajnie.

Danusię poznałem w drugiej połowie lat 70. XX w. Studiowaliśmy wtedy na kierunku Fizyka na Wydziale

Matematyki, Fizyki i Chemii UG. Była znakomitą studentką, co zostało uhonorowane Czerwoną Różą, prestiżową nagrodą z bogatymi tradycjami, przyznawaną najlepszym studentom i kołom naukowym na Pomorzu od 1962 roku. Specjalizowała się w fizyce teoretycznej.

Po ukończeniu studiów magisterskich rozpoczęła swoją karierę naukową od studiów doktoranckich, też na UG. Opiekował się nią prof. Robert Alicki. Rezultatem ich współpracy były m.in. prace [1] prezentujące wyniki z teorii całek po trajektoriach Feynmana. Artykuły te były kanwą rozprawy doktorskiej Danusi.

Po uzyskaniu stopnia doktora samodzielnie sterowała swoją aktywnością naukową, współpracując z dziesiątkami koleżanek i kolegów z całego świata. Była obdarzona wyjątkowym darem zjednywania sobie ludzi, więc naukowcy i studenci chętnie z nią współpracowali oraz wchodził z nią i jej mężem Markiem w serdeczne prywatne relacje. Zajmowała się przede wszystkim modelami układów złożonych i ich zastosowaniami nie tylko w fizyce. Badane układy symulowała za pomocą automatów komórkowych. Szczególnie dużo uwagi poświęciła automatom komórkowym Tooma. Cykl prac, np. [2] na temat tego modelu stanowił jej rozprawę habilitacyjną, którą przedstawiła Radzie Wydziału Fizyki UJ. Za pomocą automatów komórkowych symulowała również ruch drogowy i do ostatniej chwili węzeł zatokowo-przedsiódkowy serca, np. [3].

Jednak najbardziej okazałą cześć jej dorobku stanowią prace dotyczące analizy szeregów czasowych. Dane do analizy takich szeregów miały charakter ekonomiczny, np. notowania giełdowe [4], oraz przede wszystkim medyczny, np. odstępy RR pomiędzy dwoma kolejnymi załamkami R w zapisie EKG, które pozyskiwała od zaangażowanych pracowników Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego uczestniczących również w ich analizie i publikowaniu wyników, np. [5]. Stosowała różnorodne metody badania tych szeregów, od tradycyjnych statystycznych, przez graficzne [6] po entropowe [7], multifraktalne [8] i uczenie maszynowe [9]. Zajmowała się również modelami deterministycznymi, opisującymi różne aspekty pracy serca za pomocą równań różniczkowych, np. [10].

O bogactwie zainteresowań Danusi świadczą prace z dalekich od głównego nurtu jej zainteresowań dziedzin, np. z astrofizyki [11], teorii chaosu kwantowego [12] i biologii matematycznej (badała model Penny biologicznego starzenia [13]).

Danusia była przede wszystkim naukowczynią, ale również pracownikiem IFTiA angażującym się aktywnie w działalność organizacyjną i dydaktyczną. Pełniła z wyjątkową empatią funkcję prodziekana ds. studenckich swojego macierzystego wydziału świetnie dogadując się ze studentami, w których problemy głęboko się

wczuwała. Przez pewien czas kierowała również pracami IFTiA, gdy jednogłośnie została wybrana na stanowisko dyrektora.

Prawie o wszystkich nauczycielach akademickich mówi się, że sumiennie wykonują swoje obowiązki dydaktyczne, co na ogół niewiele znaczy. W wypadku Danusi słowo sumiennie to za mało. Zawsze podziwiałem jej umiejętność, dzisiaj bardzo cenioną, włączania studentów do jej bieżącej działalności naukowej. Pod jej kierunkiem i przy jej udziale powstało chyba kilkanaście artykułów i komunikatów konferencyjnych, których autorami lub współautorami byli studenci.

Jej działalność dydaktyczna sprowadzała się nie tylko do prowadzenia zajęć. W okresie swojej fascynacji zastosowaniami metod fizyki statystycznej w ekonomii wystąpiła z inicjatywą utworzenia na UG kierunku Ekonofizyka. Opracowała stosowny program studiów i uzgodniła szczegóły kooperacji z wydziałami ekonomicznymi. Niestety jej wysiłki zbiegły się z poważnym spadkiem naboru na kierunek fizyka, więc musieliśmy zrezygnować z uruchomienia tego interdyscyplinarnego kierunku.

Sukcesem natomiast zakończył się udział Danusi w tworzeniu kierunku Fizyka medyczna na UG. Jej dorobek naukowy w tej dziedzinie i współpraca z GUM były kluczowe w początkowej fazie prac nad utworzeniem tego kierunku. Od momentu jego uruchomienia prowadziła na nim zajęcia, opiekowała się licencjatami i magistrantami. Jej kompetencje naukowe i dydaktyczne były również wykorzystywane w procesie dydaktycznym na międzywydziałowym kierunku Bioinformatyka UG. W czasie swojej kariery zawodowej uzyskiwała tak poważne wyniki i umiejętności informatyczne, że w momencie tworzenia kierunku Informatyka na UG mogła wejść na pewien czas w skład jego minimum kadrowego.

Była pomysłodawcą cyklu międzynarodowych, rocznych spotkań naukowych Summer Solstice Conference poświęconych *układom złożonym*, które odbywały się w latach 2009-2023 (z wyjątkiem przerwy związanej z pandemią w latach 2020 i 2021). Wykazując się olbrzymim talentem organizacyjnym i zaangażowaniem, zorganizowała wraz ze współpracownikami pierwszą z nich w Gdańsku na UG w roku 2009 oraz dwie następne w latach 2018 i 2022. Doświadczenie organizacyjne zdobyła wcześniej, pełniąc ważną funkcję w zespole przygotowującym 37. Zjazd Fizyków Polskich w roku 2003.

Przez wiele ostatnich lat była liderem grupy Hard Heart skupiającej naukowców trójmiejskich (UG, GUM, PG), a także z różnych ośrodków polskich i zagranicznych, którzy modelowali i analizowali za pomocą narzędzi matematycznych rozmaite aspekty pracy serca i in-

nych organów. Członkowie grupy w czasie trwania roku akademickiego spotykali się co dwa tygodnie lub częściej w IFTiA. Każde spotkanie otwierało zawsze wystąpienie jednego z kilkunastu członków grupy lub zaproszonego gościa, które było wstępem do pogłębionej, często nadzwyczaj długiej dyskusji, moderowanej przez Danusię. Z czasem te seminaria stały się wizytówką IFTiA. Nawet w okresie pandemii odbywały się regularnie, tyle że zdalnie lub hybrydowo.

Tematyka naukowa, którą się zajmowała, wymagała bardzo zaawansowanych obliczeń komputerowych. Początkowo baza komputerowa IFTiA była żadna albo bardzo uboga. Danusia i inni pracownicy IFTiA musieli walczyć o środki na zakup sprzętu. Gdy nam się to udało na przełomie lat 80. i 90. XX w., zdecydowaliśmy się na zakup stacji roboczej HP, który niestety wymagał otrzymania zgody COCOM. Przygotowaliśmy stosowną dokumentację, w której opisaliśmy naszą działalność naukową, w tym automaty komórkowe (*cellular automata*), będące w tym czasie głównym polem działalności naukowej Danusi. Ku naszemu zaskoczeniu ten temat wzbudził wątpliwości urzędników COCOM (*Coordinating Committee for Multilateral Export Control*, Komitet Koordynacyjny Wielostronnej Kontroli Eksportu), którym skojarzył się z rodzącą się wówczas telefonią komórkową, będącą wtedy technologią objętą embargiem. Pamiętam, że Danusia musiała napisać elaborat wyjaśniający, do czego dokładnie używa tego pojęcia/obiektu informatycznego.

Obserwowałem i współuczestniczyłem w karierze naukowej oraz zawodowej Danusi jako kolega, współpracownik, przełożony i podwładny przez cały okres jej trwania. Myślę, że mimo jej przedwczesnego zakończenia, można jej działalność naukową nazwać bardzo owocną, wręcz bardzo efektywną. Świadczą o tym liczba cytowań, szczególnie prac interdyscyplinarnych z pogranicza fizyki i medycyny, oraz uznanie, jakim się cieszyła wśród kolegów i współpracowników.

Prywatnie była osobą ciepłą, pełną empatii, koleżeńską, bezkonfliktową i uczynną. Szkoda, że odeszła tak wcześnie.

- [1] R. Alicki, D. Makowiec, *J. Phys. A* **18** (1985) 3319, **20** (1987) 1075.
- [2] D. Makowiec, *J. Phys. A* **25** (1992) 1441, *Physica A* **172** (1991) 291, **234** (1996) 435, *Phys. Rev. E* **55** (1997) 6582, **56** (1997) 5195, **60** (1999) 3787.
- [3] D. Makowiec, *Int. J. Mod. Phys. C* **21** (2010) 107.
- [4] D. Makowiec, P. Gnaciński, W. Miklaszewski, *Physica A* **331** (2004) 269, D. Makowiec **334** (2004) 36, P. Gnaciński, D. Makowiec, **344** (2004) 322.
- [5] D. Makowiec, *et al*, *Physica A* **369** (2006) 632, **388** (2009) 3486.

- [6] A. Dudkowska, D. Makowiec, *Physica A* **336** (2004) 174  
 [7] D. Makowiec, *et al*, *Entropy* **17** (2015) 1253.  
 [8] D. Makowiec, *et al*, *Physiol. Meas.* **32** (2011) 1681, *EPL*, **94** (2011) 68005.  
 [9] D. Makowiec, J. Wdowczyk, *Entropy* **21** (2019) 21.  
 [10] A. Dudkowska, D. Makowiec, *J. Math. Biol.* **57** (2008) 111.  
 [11] R. Alicki, E. Z. Musielak, J. Sikorski, D. Makowiec, *Astrophys. J.* **427** (1996) 919.  
 [12] R. Alicki, D. Makowiec, W. Miklaszewski, *Phys. Rev. Lett.* **77** (1996) 838.  
 [13] D. Makowiec, *Physica A* **245** (1997) 99, **289** (2001) 208, D. Makowiec, J. Dąbkowski, M. Groth, **273** (1999) 169, D. Makowiec, D. Stauffer, M. Zieliński, *Int. J. Mod. Phys. C* **12**, (2001) 1067.

Wiesław Miklaszewski  
 (Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki,  
 Uniwersytet Gdański)  
 wieslaw.miklaszewski@ug.edu.pl

Dankę Makowiec poznałem pod koniec lat 70. XX w. Byłem wtedy młodym adiunktem w Zakładzie Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Gdańskiego. Danka, studentka fizyki, już wtedy dała się poznać jako osoba pilna i bystra. Wyróżniający się studenci wyższych lat studiów zwyczajowo wybierali fizykę teoretyczną jako ten dział fizyki, w ramach którego zamierzali pisać pracę dyplomową. Danka wybrała fizykę teoretyczną i to jej zmatematyzowaną wersję.

Zatrudniona jako asystent, rozpoczęła swoje badania poświęcone analizie wybranych układów dynamicznych. Konsekwencją tego wyboru był jej doktorat dotyczący analizy wybranych układów dynamicznych. Był napisany z wykorzystaniem nowoczesnego aparatu matematycznego. Będąc pracownikiem Zakładu Fizyki Matematycznej w IFTiA (Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki) Danka brała aktywny udział w instytutowych seminariach. Jej naukowe zainteresowania nadal były poświęcone badaniom ewolucji wybranych układów, przy czym jej głównym narzędziem były teraz *automaty komórkowe*. (Przypomnijmy, że automaty komórkowe to koncepcja wprowadzona przez Johna von Neumanna jako uproszczony model fizyki świata rzeczywistego.) Badania te zaowocowały bardzo dobrą habilitacją, którą miałem przyjemność recenzować.

Modele automatów komórkowych są blisko związane z komputerową analizą układów dynamicznych. Stąd naturalnym w rozwoju naukowym Danki stało się zastosowanie analizy komputerowej do wybranych modeli

medycznych, głównie modeli związanych z kardiologią. W tym czasie na Wydziale Mat-Fiz-Inf i w IFTiA kształtowała się koncepcja nowego kierunku studiów: fizyka medyczna. Jak czas pokazał, studia te powstały, znalazły uznanie i cieszą się zainteresowaniem. Można więc powiedzieć, że prace naukowe Danki były bardzo związane ze zmieniającym się profilem fizyki na Uniwersytecie Gdańskim.

Wspomniane powyżej badania zaowocowały bardzo solidną profesurą Danuty Makowiec, którą jako dziekan, miałem przyjemność procedować.

Profesor Danuta Makowiec była nie tylko znakomitą uczoną, wybitną specjalistką, ale także osobą, która niezwykłą życzliwość godziła z wysokimi wymaganiami naukowymi. Była cenioną i szanowaną opiekunką naukową młodego pokolenia, świetną organizatorką pracy zespołowej. Jej życzliwość, pracowitość budziła szacunek i uznanie w środowisku akademickim, co między innymi zaowocowało powierzeniem jej ważnych funkcji: prodziekana ds. kształcenia i dyrektora IFTiA.

Władysław Adam Majewski  
 (Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytet  
 Gdański)  
 fizwam@gmail.com

Dankę Makowiec (wtedy Boryszewską) poznałem jeszcze w czasie naszych wspólnych studiów na kierunku fizyki ówczesnego wydziału MatFizChem Uniwersytetu Gdańskiego. Niewątpliwie do głębszej znajomości przyczyniły się wspólne zainteresowania. Obydwoje wybraliśmy specjalizację fizyka teoretyczna. Było dużo wspólnych wykładów i zajęć. Ja pisałem pracę dyplomową u prof. Jana Furtaka, a Danka o ile pamiętam, u dzisiejszego prof. Roberta Alickiego. Uczestniczyliśmy również obydwój w obozie naukowym naszego roku w Chałupach, gdzie z powodzeniem prowadziliśmy pomiary hałasu na półwyspie Helskim.

Po studiach nasze drogi trochę się rozeszły. Danka rozpoczęła pracę w Zakładzie Fizyki Teoretycznej, gdzie wspinała się po stopniach kariery naukowej i dydaktycznej. Ja zacząłem pracę w Katedrze i Zakładzie Fizyki i Biofizyki ówczesnej Akademii Medycznej w Gdańsku, gdzie moje zainteresowania powędrowały automatycznie w stronę zastosowań medycznych oraz technicznych (ukończyłem równoległe informatykę na Politechnice Gdańskiej).

Nasze drogi naukowe ponownie się spotkały, gdy okazało się, że oboje interesujemy się zastosowaniami fizyki i matematyki w medycynie. I to jest ten aspekt działalności Danki, na który chciałbym zwrócić uwagę w tych krótkich wspomnieniach.

Po doktoracie i stażu zagranicznym (jeszcze w XX w.) zaangażowałem się w cykl konferencji KKZMBM (Krajowa Konferencja Zastosowań Matematyki w Biologii i Medycynie). Pierwsza KKZMBM odbyła się w Zakopanem w 1995 roku. Ja pierwszy raz wziąłem czynny udział w IV KKZMBM w 1998 roku w Zwierzyńcu. Konferencje te były dla mnie bardzo ciekawe, dotyczyły bowiem interesujących mnie (a jak się okazało później również Dankę) zagadnień dotyczących zastosowań wyrafinowanych metod matematycznych do rozwiązywania problemów w medycynie i biologii. Co ważniejsze podczas konferencji można było wysłuchać bardzo ciekawych referatów opisujących nie tylko czystą matematykę, ale też problemy matematyczne do rozwiązania w medycynie i biologii (od immunologii po rozrost drzew) oraz poszerzyć swoją wiedzę z zakresu biologii i medycyny. W kolejnych latach konferencje były organizowane w różnych miejscach atrakcyjnych pod względem turystycznym, co nie było bez znaczenia. W roku 2009 zostałem członkiem Komitetu Naukowego KKZMBM, a w 2013 sam zorganizowałem kolejną konferencję z tego cyklu w Jastrzębiej Górze. I właśnie w 2013 roku Danka, jako *invited speaker* wygłosiła referat *Pacemaker rhythm by cellular automata*. Wystąpienie Danki spotkało się z dużym zainteresowaniem, chociaż trzeba przyznać, że nasze prezentacje (tzn. prezentacje fizyków) odbiegały od typowych prezentacji matematycznych, w których autorzy skupiali się na ścisłym matematycznym podejściu w stylu twierdzenie, dowód itd. Po tej konferencji nasza współpraca rozwinęła się. W 2016 roku w Sandomierzu Danka pojawiła się z referatem: D. Makowiec, Z. Struzik; *Tensor of self-transfer entropy in estimates of changes in heart rhythm related to aging*, a od roku 2017 prof. Danuta Makowiec została członkiem Komitetu Naukowego naszej konferencji.

Kontynuowaliśmy tę naszą współpracę na wielu polach. Brałem parę razy udział w spotkaniach grupy Hard Heart na Uniwersytecie Gdańskim, wygłaszając referat na spotkaniu w 2013. Często kontaktowaliśmy się, wprawdzie głównie telefonicznie, ale nie tylko, w sprawach naukowych i dydaktycznych, jak również prywatnych. Danka podsyłała mi kandydatów na doktorantów (choć w praktyce niewiele z tego wyszło, ale to zdecydowanie wina studentów). Konsultowaliśmy się wzajemnie, szczególnie podczas otwierania specjalizacji Fizyka medyczna na UG.

Na koniec chciałbym wspomnieć również o częstych spotkaniach w Gdańskiej Filharmonii Bałtyckiej (Danka z mężem Markiem, a ja z żoną Anią), gdzie razem zgłębialiśmy tajniki muzyki klasycznej (głównie podczas Gdańskiej Jesieni Pianistycznej). Pamiętam do dzisiaj nasze dyskusje podczas oceny utworów wybitnych polskich kompozytorów, takich jak Krzysztof Penderecki czy Witold Lutosławski.

Wspominam Dankę jako wspaniałego naukowca, ale też wspaniałego życzliwego mi człowieka, na którego zawsze można było liczyć.

Piotr Boguś  
(Katedra Fizyki i Biofizyki,  
Gdański Uniwersytet Medyczny)  
piotr.bogus@gumed.edu.pl

*A remarkable scientist, physicist and a friend*

It was late in the afternoon of 22 April 2010 that I received my first email from Danuta. I did not expect that this would be the start one of the most exciting and fruitful collaborations of my career. Danuta asked about our then recent work on the heteroscedasticity of heart rate [1]. I responded immediately even though I was at the point of departure from Tokyo due to my frequent travelling to Taiwan at the time. Things clicked immediately: Danuta most kindly invited me to Gdansk in September 2010. After exchanging just a few emails with her, it transpired, that the scope of subjects to discuss was just begging for such a visit.

Indeed, Danuta contacted me at the best possible moment, when I was looking for new collaborators in the field of cardiophysics [2]. She had been working in this field for some time, since the early 2000's. Her first publication in this area concerned the Seidel-Herzel model [3]. This was a very good start, followed by her publications on long-range correlations [4] and multifractality [5, 6] in heart rate, all these subjects overlapping with my areas of interest and publications.

At the time, Danuta was becoming fascinated by the application of network approaches to the analysis of time series [7, 8, 9, 10]. We started to work on records of heart rate variability (HRV) after heart transplant [11]. This resulted in several manuscripts and the subject was continued for a number of years [12, 13]. Danuta was truly an exceptional person in her devotion to science and in turning highest level science into publications.

But perhaps the luckiest moment of the start of our collaboration came when we decided to apply for an NCN grant for her collaboration with me. At times, it felt like a family effort to prepare this proposal – Danuta and Marek (who never minded driving 800 km in one go) returning from a conference in the south of Poland “dropped in on the way” to Gdansk to the house of my parents, where I was on holiday, to discuss the details of the proposal. Followed by several near sleepless nights and days of hard work, the proposal was ready. And it received funding, which substantially helped our concerted efforts to collaborate. Coincidentally the name of the grant was musically themed too (HARMONIA) as were

many of the NCN grants at the time (2012) and possibly to this day.

Music apart, now writing this ‘in memoriam’ I can hardly believe that so much happened so quickly, to such depths of friendship and collaboration – simply an unforgettable lifetime experience. The truly familial attitude of Danuta was complemented by her husband Marek, who was her constant companion and support. Every time I visited Gdansk I was warmly invited to their house, which was filled with thousands of owls, thousands of stories, tons of joy and fun! Not to forget cakes – yes, the cakes (brand name withheld ;-)).

Network analysis of time series structure was not the only advanced method Danuta put into practice. She was constantly pursuing new methodologies. We had many discussions when new ideas were just popping up. When I came up with an idea of generalised index, she immediately wrote some of the formulas and proposed an alternative interpretation. This is why there are two publications with very similarly sounding titles but very different albeit complementary content [14, 15].

And there were endless other ideas which we explored together. Danuta encouraged me to embark on methods of symbolic analysis of time series. While this approach stemmed from the work on network representations of time series complexity, we explored entropy properties of symbolic representations. This resulted in a number manuscripts well received in scientific community [16, 17, 18].

Danuta’s determination was truly admirable. She genuinely intended to work towards utilising scientific research for medical practice. Since I have often leaned towards a more “pure” science, she consistently “pushed” our work towards applied physics. I still remember how she expressed her motivation “to somehow help these people” when I presented something pretty abstract. I think that from perspective of several years of our collaboration, this was a very good setup for productively balancing both points of view.

I thoroughly enjoyed her enthusiasm and dedication to exploring new ideas. This was accompanied by some very hard work on her side. She genuinely liked programming and data analysis. And she was not afraid of a challenge. When Python emerged as a platform of choice, she “jumped” on it. And she fought through Matlab, at roughly the same time – she disliked it but had the will and determination to overcome the learning curve to make it work. Essentially, in the later years of our collaboration she was juggling platforms and programming languages, full of remarkable enthusiasm. This was always done with complete rigour, which led to us writing more and more advanced manuscripts together. Based

on her meticulous effort, there are too many to mention, so here I mention but a few representative ones in order to highlight some of the key areas of our work together.

Danuta had a favourite field that she did not want to put on a shelf even when our work on heart rate analysis was going at full speed and demanded huge amounts of effort from her. This field was automata. This subject was one of the last that we discussed together and turned into a couple of remarkable manuscripts. We had huge plans for following them up, sadly, after an unfairly rejected grant proposal, the momentum was lost, never to return again. I genuinely believe that had we been granted some minimum funding for this work on modelling of the sinoatrial node (SAN) using advanced hybrid automata [19, 20, 21], we would have substantially developed this emerging direction of cardiophysics. It was still a few years left before I learned of Danuta’s illness.

Danuta continued working on her beloved field of physics methods for medicine while bravely fighting with brutal illness. Slowly, I witnessed her heartbreaking admissions that she has less and less strength to do what she loved so much... Everyone who knew her knows how much science lost with her passing. For me she was an exceptional person. Sadly, we never published some of the most advanced work. Perhaps I will manage to complete it, but without discussions with Danuta it will not be fun anymore.

- [1] [https://www.researchgate.net/publication/5851798\\_Estimator\\_of\\_a\\_non-Gaussian\\_parameter\\_in\\_multiplicative\\_log-normal\\_models](https://www.researchgate.net/publication/5851798_Estimator_of_a_non-Gaussian_parameter_in_multiplicative_log-normal_models)
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Cardiophysics>
- [3] [https://www.researchgate.net/publication/5781034\\_SeidelHerzel\\_model\\_of\\_human\\_baroreflex\\_in\\_cardiorespiratory\\_system\\_with\\_stochastic\\_delays](https://www.researchgate.net/publication/5781034_SeidelHerzel_model_of_human_baroreflex_in_cardiorespiratory_system_with_stochastic_delays)
- [4] [https://www.researchgate.net/publication/222410456\\_Long-range\\_dependencies\\_in\\_heart\\_rate\\_signals-revisited](https://www.researchgate.net/publication/222410456_Long-range_dependencies_in_heart_rate_signals-revisited)
- [5] [https://www.researchgate.net/publication/251251345\\_Autonomic\\_heart\\_rate\\_control\\_by\\_multifractal\\_tools](https://www.researchgate.net/publication/251251345_Autonomic_heart_rate_control_by_multifractal_tools)
- [6] [https://www.researchgate.net/publication/231153944\\_Reading\\_multifractal\\_spectra\\_Aging\\_by\\_multifractal\\_analysis\\_of\\_heart\\_rate](https://www.researchgate.net/publication/231153944_Reading_multifractal_spectra_Aging_by_multifractal_analysis_of_heart_rate)
- [7] [https://www.researchgate.net/publication/269656728\\_Community\\_Structure\\_in\\_Network\\_Representation\\_of\\_Increments\\_in\\_Beat-to-beat\\_Time\\_Intervals\\_of\\_the\\_Heart\\_in\\_Patients\\_After\\_Heart\\_Transplantation](https://www.researchgate.net/publication/269656728_Community_Structure_in_Network_Representation_of_Increments_in_Beat-to-beat_Time_Intervals_of_the_Heart_in_Patients_After_Heart_Transplantation)

- [8] [https://www.researchgate.net/publication/264085041\\_Visualization\\_of\\_short-term\\_heart\\_period\\_variability\\_with\\_network\\_tools\\_as\\_a\\_method\\_for\\_quantifying\\_autonomic\\_drive](https://www.researchgate.net/publication/264085041_Visualization_of_short-term_heart_period_variability_with_network_tools_as_a_method_for_quantifying_autonomic_drive)
- [9] [https://www.researchgate.net/publication/257602422\\_Complexity\\_of\\_the\\_heart\\_rhythm\\_after\\_heart\\_transplantation\\_by\\_entropy\\_of\\_transition\\_network\\_for\\_RR-increments\\_of\\_RR\\_time\\_intervals\\_between\\_heartbeats](https://www.researchgate.net/publication/257602422_Complexity_of_the_heart_rhythm_after_heart_transplantation_by_entropy_of_transition_network_for_RR-increments_of_RR_time_intervals_between_heartbeats)
- [10] [https://www.researchgate.net/publication/269297585\\_Network\\_approach\\_to\\_increments\\_of\\_RR-intervals\\_for\\_visualization\\_of\\_dynamics\\_of\\_cardiac\\_regulation](https://www.researchgate.net/publication/269297585_Network_approach_to_increments_of_RR-intervals_for_visualization_of_dynamics_of_cardiac_regulation)
- [11] [https://www.researchgate.net/publication/276034858\\_Transition\\_Network\\_Entropy\\_in\\_Characterization\\_of\\_Complexity\\_of\\_Heart\\_Rhythm\\_After\\_Heart\\_Transplantation](https://www.researchgate.net/publication/276034858_Transition_Network_Entropy_in_Characterization_of_Complexity_of_Heart_Rhythm_After_Heart_Transplantation)
- [12] [https://www.researchgate.net/publication/300425889\\_Network\\_tools\\_for\\_tracing\\_the\\_dynamics\\_of\\_heart\\_rate\\_after\\_cardiac\\_transplantation](https://www.researchgate.net/publication/300425889_Network_tools_for_tracing_the_dynamics_of_heart_rate_after_cardiac_transplantation)
- [13] [https://www.researchgate.net/publication/297656450\\_Visualization\\_of\\_Heart\\_Rate\\_Variability\\_of\\_Long-Term\\_Heart\\_Transplant\\_Patient\\_by\\_Transition\\_Networks\\_A\\_Case\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/297656450_Visualization_of_Heart_Rate_Variability_of_Long-Term_Heart_Transplant_Patient_by_Transition_Networks_A_Case_Report)
- [14] [https://www.researchgate.net/publication/311243845\\_Multistructure\\_index\\_in\\_revealing\\_complexity\\_of\\_regulatory\\_mechanisms\\_of\\_human\\_cardiovascular\\_system\\_at\\_rest\\_and\\_orthostatic\\_stress\\_in\\_healthy\\_humans](https://www.researchgate.net/publication/311243845_Multistructure_index_in_revealing_complexity_of_regulatory_mechanisms_of_human_cardiovascular_system_at_rest_and_orthostatic_stress_in_healthy_humans)
- [15] [https://www.researchgate.net/publication/276076382\\_Generalised\\_heart\\_rate\\_statistics\\_reveal\\_neurally\\_mediated\\_homeostasis\\_transients](https://www.researchgate.net/publication/276076382_Generalised_heart_rate_statistics_reveal_neurally_mediated_homeostasis_transients)
- [16] [https://www.researchgate.net/publication/308842521\\_Causal\\_relationships\\_in\\_the\\_variability\\_of\\_cardiovascular\\_system\\_evoked\\_by\\_orthostatic\\_stress\\_by\\_transfer\\_entropy](https://www.researchgate.net/publication/308842521_Causal_relationships_in_the_variability_of_cardiovascular_system_evoked_by_orthostatic_stress_by_transfer_entropy)
- [17] [https://www.researchgate.net/publication/276857701\\_Entropic\\_Measures\\_of\\_Complexity\\_of\\_Short-Term\\_Dynamics\\_of\\_Nocturnal\\_Heartbeats\\_in\\_an\\_Aging\\_Population](https://www.researchgate.net/publication/276857701_Entropic_Measures_of_Complexity_of_Short-Term_Dynamics_of_Nocturnal_Heartbeats_in_an_Aging_Population)
- [18] [https://www.researchgate.net/publication/314269901\\_Complexity\\_of\\_cardiovascular\\_rhythms\\_during\\_head-up\\_tilt\\_test\\_by\\_entropy\\_of\\_patterns](https://www.researchgate.net/publication/314269901_Complexity_of_cardiovascular_rhythms_during_head-up_tilt_test_by_entropy_of_patterns)
- [19] [https://www.researchgate.net/publication/330378347\\_Heart\\_Rhythm\\_Insights\\_Into\\_Structural\\_Remodeling\\_in\\_Atrial\\_Tissue\\_Timed\\_Automata\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/330378347_Heart_Rhythm_Insights_Into_Structural_Remodeling_in_Atrial_Tissue_Timed_Automata_Approach)
- [20] [https://www.researchgate.net/publication/332212017\\_Hybrid\\_Automata\\_Approach\\_in\\_Modeling\\_the\\_Role\\_of\\_Pathways\\_Between\\_Sinoatrial\\_Node\\_the\\_Heart\\_Pacemaker\\_and\\_Atrium](https://www.researchgate.net/publication/332212017_Hybrid_Automata_Approach_in_Modeling_the_Role_of_Pathways_Between_Sinoatrial_Node_the_Heart_Pacemaker_and_Atrium)

- [21] [https://www.researchgate.net/publication/330844022\\_Impact\\_of\\_Limits\\_in\\_Pathways\\_Between\\_Sinoatrial\\_Node\\_and\\_Atrium\\_on\\_Heart\\_Rhythm\\_by\\_Timed\\_Automata\\_Model](https://www.researchgate.net/publication/330844022_Impact_of_Limits_in_Pathways_Between_Sinoatrial_Node_and_Atrium_on_Heart_Rhythm_by_Timed_Automata_Model)

Zbigniew R. Struzik  
(The University of Tokyo)  
z.r.struzik@p.u-tokyo.ac.jp

Danutę Makowiec poznałem będąc studentem czwartego roku fizyki na Uniwersytecie Gdańskim. Korzystałem wówczas z pracowni komputerowej z komputerem UNIX-owym pracującym pod systemem operacyjnym HP-UX. Do stacji roboczej podłączony był jako terminal komputer klasy PC XT z dyskiem twardym 20 MB. Dysk ten często się zacinał, co uniemożliwiało uruchomienie komputera. Na szczęście naprzeciwko pracowni znajdował się gabinet Danusi. Jedynie Danusia potrafiła długopisem uruchomić dysk twardy i z jej pomocy często korzystałem.

Na początku XXI w. Danuta Makowiec interesowała się ekonofizyką. Zorganizowała cykl seminariów w których udział, oprócz fizyków, brali także ekonomiści z Uniwersytetu Gdańskiego. We współpracy z Danutą opublikowaliśmy artykuł *Another type of log-periodic oscillations on Polish stock market* [1]. Zidentyfikowaliśmy nowy typ oscylacji wartości indeksów WIG i WIRR na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. Zaobserwowane przez nas oscylacje utrzymywały się przez okres około jednego roku. Opis matematyczny odkrytych oscylacji odpowiada zjawiskom krytycznym w fizyce. Ten sam typ oscylacji opisuje np. trzęsienia ziemi. Publikacja ta była cytowana 33 razy.

Danusia była zawsze otwarta na kontakty z innymi naukowcami, często z dziedzin odległych od fizyki teoretycznej. Organizowała seminaria i konferencje, w których uczestniczyłem lub pomagałem w ich organizacji. Zawsze była życzliwym człowiekiem, do którego można było zwrócić się o pomoc.

- [1] Gnaciński P., Makowiec D., 2004, *Physica A*, **344**, 322.

Piotr Gnaciński  
(Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki, Wydział  
Matematyki, Fizyki i Informatyki, Uniwersytet Gdański)  
piotr.gnacinski@ug.edu.pl

Danuta Makowiec – jedna z najważniejszych postaci w moim życiu. Z perspektywy czasu i oddalenia chcę zobaczyć ją i napisać o niej jak najbardziej obiektywnie, zbliżyć się do uniwersalnej prawdy na jej temat. Rozmawiam z ludźmi, przeczesuję dawne notatki, szukam we własnej dziurawej pamięci. Ostatecznie muszę pogodzić



się z faktem, że dysponuję tylko tym z czego zbudowany jest świat opowieści, czyli subiektywnym obrazem Danusi przefiltrowanym przez moje doświadczenia, moją drogę życiową i, siłą rzeczy, obciążony błędem konfirmacji. Dlatego też w roku 2024 piszę o niej Danusia, chociaż zanim się nią stała była dla mnie Panią Profesor, a później Danką. Pisząc ten tekst jestem w wieku Danusi, kiedy spotkałam ją po raz pierwszy. Dopiero teraz mam szansę zrozumieć ją bardziej jako badaczkę. Danusia dołożyła swoje ważne cegiełki do ogólnej podstawowej wiedzy budowanej przez ludzkość. Zbudowała też środowisko sprzyjające przyjaznej dyskusji i wymianie idei. Z mojego punktu widzenia równie ważnym aspektem jej pracy akademickiej było wspieranie młodego pokolenia w dążeniu do dojrzałości. Na moim własnym przykładzie mogę opisać relację mistrz–uczeń, którą Danusia zbudowała ze mną. Kilkuletnią pracę prof. Makowiec z jej doktorantką mogę zobrazować znów jedynie subiektywnie podsumowując efekty, które ostatecznie osiągnęłam.

Do naszego spotkania poprowadziły nas podobne potrzeby. Danusia miała silnie rozwiniętą ciekawość poznawczą, wybierała tematy badań które wynikały z jej szerokich zainteresowań i, jak sądzę, sprawiały jej przyjemność. Połączył nas zapal do tej samej idei, w tym przypadku była to idea rozpalająca ciekawość badaczy w latach 90. XX w. – szukania porządku w pozornie nieuporządkowanych systemach. To było paliwo umożliwiające naszą kilkuletnią bliską współpracę, której owocem było kilka artykułów [1-6] i moja praca doktorska.

Moje zainteresowanie złożonością rozpoczęło się od lektury dwóch książek: *Czy Bóg gra w kości* (I. Stewart, 1996) i *Granice złożoności* (P. Coveney i R. Highfield, 1997). W podobnym czasie, jako studentka na Wydziale Fizyki i Matematyki UG, trafiłam na wykład dr. hab. Andrzeja Posiewnika dotyczący chaosu deterministycznego. Możliwość praktycznego zastosowania teorii złożoności była dla mnie najciekawszym jej aspektem, zwłaszcza w kontekście układów biologicznych. W ten sposób rozpoczęłam pracę w niewielkiej grupie badawczej, gdzie przygotowywałam pracę magisterską. Moim promotorem był Andrzej Posiewnik a współpracownikiem i kolegą Jakub Dąbkowski. W tym okresie nie miałam okazji współpracować osobiście z prof. Makowiec, ale jako że uczestniczyła ona w dyskusjach i pracach nad nieliniowymi układami dynamicznymi w Instytucie Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki UG [8], miała pośredni wpływ również na moje pierwsze badania. W ramach pracy magisterskiej miałam pierwszy kontakt z danymi biomedycznymi, były to szeregi czasowe interwałów RR pozyskane dzięki współpracy mojego promotora z dr. n. med. Andrzejem Kubasikiem, kierownikiem Zakładu Diagnostyki Chorób Serca Akademii Medycznej w Gdańsku.

Po ukończeniu studiów skupiłam się na życiu rodzinnym i podjęłam pracę poza Akademią. Po kilku latach jednak ciekawość rozpalona w czasie studiów, chęć zrozumienia i zbadania złożoności układów, wspaniała teoria, której zaledwie dotknęłam przy pisaniu pracy magisterskiej, skierowały mnie do Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki UG. Danuta Makowiec przyjęła mnie jako swoją pierwszą doktorantkę i w ten sposób rozpoczęła się nasza wspólna droga badawcza. Profesor zaprosiła też do współpracy prof. dr. hab. med. Andrzeja Rynkiewicza z I Kliniki Kardiologii Akademii Medycznej w Gdańsku. W ten sposób poznałam jego (wówczas) doktoranta Rafała Gałąskę, z którym współpracowałam blisko podczas prac nad moim doktoratem. W tym czasie mogłam po raz pierwszy doświadczyć dobrodziejstwa wynikającego z bardzo ważnej kompetencji i cechy charakteru Danusi, tj. otwartości i zapraszania do badań szerokiej grupy ludzi, dzięki czemu możliwe było zbudowanie interdyscyplinarnej grupy badaczy wspierających się wzajemnie w dążeniu do wspólnego celu.

Jaką osobą była Danusia Makowiec? Na pewno wielowymiarową, a ja miałam okazję poznać tylko kilka z nich.

Profesor Danuta Makowiec – wspierająca mentorka, nie pozwalająca na przeciętność, pchająca do doskonałości, pokazująca drogę, stawiająca pytania. Krytyka, którą od niej dostawałam i ciągle podnoszona poprzeczka były najlepszymi prezentami, treningiem przed kolejnymi coraz trudniejszymi wyzwaniem, które podejmowałam później już sama.

Danka, dziewczyna z głową pełną pomysłów. Dziewczyna, która będąc nastolatką wyszła poza strefę komfortu, opuściła dom rodzinny i wyruszyła do miasta, żeby studiować nieoczywisty dla kobiety, trudny kierunek. Dziewczyna, która osiągnęła w świecie akademickim najwyższy możliwy tytuł naukowy. Osiągnęła, ponieważ swój talent i inteligencję połączyła z dziecięcą ciekawością świata, pracowitością i wytrwałością ważną zwłaszcza w sytuacjach trudnych, a takie pojawiają się na drodze każdego.

Danusia, szczególnie mi bliska kobieta rozumiejąca prozę życia codziennego, ale nie pozwalająca mi uczynić zeń wymówkę. Wierząca w mój potencjał bardziej, niż ja sama. Niepozwalająca mi na to, żebym przestała realizować marzenia naukowe, za co jestem jej szczególnie wdzięczna. Chciałabym oddać jej przynajmniej część tej dobrej energii, którą od niej dostawałam. Wiem, że z kolei ona dostała ją od innych, a ja mam obowiązek przekazywać wiedzę, metody pracy i energię twórczą kolejnym młodym osobom, na których życiowej drodze się znalazłam. Danusia dzieliła się swoimi zasobami, chciała żeby szły dalej w świat. To jest nieczęsto spotykana odwaga

i wiara w ludzi, że można i trzeba uwalniać swoje pomysły bez zbytniego przywiązywania się do ich autorstwa.

Danusia była – odkąd ją poznałam – i nadal jest dla mnie wzorem, do którego chcę się choć trochę zbliżyć. Wiem, że to wszystko co od niej dostałam – przede wszystkim relacja, którą z perspektywy czasu ośmielałam się nazwać przyjaźnią intelektualną – pozwoliło mi się rozwinąć i dojść do miejsca, w którym teraz jestem i które mi się podoba. Mając obecnie własne doświadczenia takich przyjaźni z moimi z kolei studentkami i studentami, wiem, że czasami to działa w dwie strony. I mam cichutką nadzieję, że dla Danusi – mojej mentorki – inwestycja w mój rozwój była również w pewnym stopniu rozwijająca.

To wspomnienie dedykuję moim studentkom i studentom, z którymi staram się dzielić zasobami otrzymanymi od wszystkich moich nauczycieli i mentorów, profesorek i profesorów z Polski i świata, środowiska IFTIA, a najwięcej od Danuty Makowiec.

- [1] Dudkowska A., Makowiec D., Sleep and wake phase of heart beat dynamics by artificial insymmetrised patterns (2004) *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 336 (1-2), pp. 174-180.
- [2] Makowiec D., Gałaska R., Dudkowska A., Rynkiewicz A., Zwierz M., Long-range dependencies in heart rate signals-revisited (2006) *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 369 (2), pp. 632-644.
- [3] Makowiec D., Dudkowska A., Zwierz M., Gałaska R., Rynkiewicz A., Scale invariant properties in heart rate signals, (2006) *Acta Physica Polonica B*, 37 (5), pp. 1627-1639.
- [4] Gałaska R., Makowiec D., Dudkowska A., Koprowski A., Chlebus K., Wdowczyk-Szulc J., Rynkiewicz A. Comparison of wavelet transform modulus maxima and multifractal detrended fluctuation analysis of heart rate in patients with systolic dysfunction of left ventricle (2008) *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 13 (2), pp. 155-164.
- [5] Dudkowska A., Makowiec D., Seidel-Herzel model of human baroreflex in cardiorespiratory system with stochastic delays (2008) *Journal of Mathematical Biology*, 57 (1), pp. 111 – 137.
- [6] Makowiec D., Dudkowska A., Gałaska R., Rynkiewicz A. Multifractal estimates of monofractality in RR-heart series in power spectrum ranges (2009) *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388 (17), pp. 3486-3502.
- [7] Makowiec D., Dudkowska A., Gałaska R., Rynkiewicz A., Wdowczyk-Szulc J., Monofractality in RR heart rate by multifractal tools (2009) *Acta Physica Polonica B*, 40 (5), pp. 1527-1547.
- [8] Makowiec, Danuta, and Andrzej Posiewnik. Analysis of nonlinear Schrödinger equation for spin, *Physics Letters A* 207.1-2 (1995): 37-41.
- [9] H. Seidel, H. Herzel, Bifurcations in a nonlinear model of the baroreceptor-cardiac reflex, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, Volume 115, Issues 1-2, 1998, pp.145-160.

*Aleksandra Dudkowska*  
(Instytut Budownictwa Wodnego  
Polskiej Akademii Nauk)



Nasza współpraca z Danutą rozpoczęła się od planu powołania interdyscyplinarnego seminarium, które łączyłoby gdańskich uczonych różnych specjalności zainteresowanych studiami nad dynamiką rytmu serca. I tak, od października 2008 roku, w gościnnych progach Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego rozpoczęły się cotygodniowe spotkania. O ile w pierwszym roku działalności miały one charakter bardziej szkoleniowy, z referatami magistrantek i doktorantek, o tyle już w kolejnym roku akademickim 2008/2009 przeobraziły się w regularne seminarium naukowe pod nazwą Hard Heart [1].

Seminarium prowadzone było przez Danutę, a nasze wsparcie polegało przede wszystkim na sugerowaniu od czasu do czasu tematów i prelegentów. Wspomnieć należy o znaczącej roli organizacyjnej w tym przedsięwzięciu doktorantki Danuty – mgr Doroty Wejer, która była m. in. odpowiedzialna za prowadzenie strony internetowej. Z perspektywy czasu uznać można, że seminarium Hard Heart było znaczącym wydarzeniem naukowym w środowisku gdańskim, w czym wielką zasługą Danuty, która potrafiła sprawnie nim administrować i przyciągać wartościowych wykładowców.

Danuta była osobą o niezwykle szerokich horyzontach naukowych. Ten fakt znajdował odbicie w bogatej i różnorodnej tematyce seminarium, która mając układ sercowo-naczyniowy jako motyw przewodni, wychodziła niekiedy daleko poza ten zakres. Dyskutowaliśmy oczywiście o badaniu zmienności rytmu serca u pacjentów z chorobami układu sercowo-naczyniowego, ale także o różnorodnych metodach matematycznych stosowanych lub możliwych do zaaplikowania w kardiologii, o miarach złożoności, teorii chaosu, wykorzystaniu uczenia maszynowego. Czasem zajmowaliśmy się fizjologią, a w szczególności regulacją układu sercowo-naczyniowego i oddychania. Innym razem uwaga poświęcona była problematyce pomiaru wielkości biofizycznych i przygotowaniu danych do analiz. Lista możliwych do dyskusji tematów praktycznie nie była zamknięta.

Danuta miała wyjątkowy dar inicjowania współpracy i łączenia naukowców z odległych światów. Nasze spotkania stały się forum wymiany myśli i źródłem inspiracji dla szerokiej grupy matematyków, fizyków, inżynierów, fizjologów i lekarzy zarówno ze środowiska gdańskiego, jak i spoza niego. Zasięg seminarium był międzynarodowy, co dotyczyło słuchaczy i prelegentów, w tym wielu wybitnych gości z zagranicy.

Z inicjatywy Danuty, jeszcze przed pandemią Covid seminarium odbywało się w formie hybrydowej, co umożliwiało uczestnictwo również przedstawicielom odległych ośrodków. Niejako wyprzedziło ono ideę uczelni Farenheita, stając się forum interdyscyplinarnej współpracy między trzema głównymi uczelniami Trójmiasta: Gdańskim Uniwersytetem Medycznym, Uniwersytetem Gdańskim i Politechniką Gdańską [2].

Danuta była naukowczynią, której bardzo zależało na dogłębnym zrozumieniu badanych problemów, na dotarciu do ich sedna i odkryciu wszelkich niuansów studiowanych zjawisk. Dlatego często seminaria przekształcały się w burzliwe dyskusje, w których usiłowaliśmy spojrzeć na dane zagadnienie z perspektywy różnych dziedzin nauki. W pamięci pozostaną nader interesujące sesje z prof. Tomaszem Wierzbą z GUM, który w odpowiedzi na pytania nasze i Danuty z wielką pasją i zaangażowaniem tłumaczył zawile mechanizmy fizjologiczne leżące u podłoża badanych przez nas zjawisk. Fakt, że Danuta zawsze witała nas, jak w domu, kawą i ciastkami (bardzo często – makowcem!) sprzyjał długim i wartościowym wymianom myśli.

Wymiernym efektem seminarium były rozprawy doktorskie i habilitacyjne o interdyscyplinarnym charakterze oraz publikacje naukowe, powstałe na kanwie referatów. Były one poświęcone przede wszystkim wykorzystaniu najnowszych metod nieliniowych w opisie, diagnozowaniu i prognozowaniu m. in. omdleń, nadciśnienia, udaru, migotania przedsionków czy też niewydolności serca, w tym badania chorych po transplantacji serca. Wyniki, które wykuły się w ramach naszych spotkań prezentowaliśmy też na licznych konferencjach krajowych i międzynarodowych, a szczególnie nam bliskie były znakomite warsztaty Cardiology meets Physics and Mathematics odbywające się w ramach Konferencji Asocjacji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego w Zakopanem (znane jako Kasprowisko a wcześniej Kościelisko) oraz renomowane konferencje pod patronatem ESGCO (European Study Group on Cardiovascular Oscillations). Trzeba też dodać, że po ważnych konferencjach Danuta zawsze organizowała specjalne spotkanie, żeby przedyskutować najciekawsze doniesienia. Podobnie, po każdym wakacjach cykl seminariów zaczynał się od „remanentu”, ponieważ od uprawiania nauki nie ma przerw i na początku

roku akademickiego wracaliśmy z nowymi inspiracjami i planami do omówienia.

Danuta widziała potrzebę kształcenia młodych ludzi, którzy mieliby zarówno wykształcenie ściśle, jak i wiedzę o procesach fizjologicznych. Z jej inicjatywy powstało Laboratorium Elektrofizjologiczne, w którym studenci Fizyki Medycznej UG mają możliwość pracy z aparaturą do rejestracji sygnałów takich jak EKG, puls, oddech czy EEG (czyli właśnie tych, o których dyskutowaliśmy na seminariach), zarówno w praktyce klinicznej, jak i w badaniach naukowych. Dzięki temu absolwent Fizyki medycznej zna „od podszewki” sprzęt i charakterystykę tego typu sygnałów medycznych.

Danuta posiadała szeroki krąg współautorów [3], a wśród osób, z którymi współpracowała w ostatnich latach szczególnie intensywnie, byli: prof. Zbigniew Struzik, dr Joanna Wdowczyk i mgr Dorota Wejer. My również mieliśmy szczęście współdziałać z Danutą, wspólnie poszerzając stan wiedzy z pogranicza medycyny, fizyki i matematyki. Wspomnijmy tu, bardzo szkicowo, o wybranych wynikach uzyskanych przez Danutę w ramach tej współpracy.

Jednym z ważnych kierunków badań było zastosowanie różnorodnych metod nieliniowych do porównania nocnej zmienności rytmu serca u zdrowych osób i u pacjentów po przeszczepieniu serca, co pozwala na unikalną (ze względu na zniszczenia połączeń nerwowych w trakcie przeszczepu) możliwość oceny wpływu układu autonomicznego na regulację rytmu serca (seria prac z prof. Z. Struzikiem i kardiologami z GUM, m. in. z dr. J. Wdowczyk i prof. M. Gruchałą). W szczególności zaobserwowano, że, paradoksalnie, większa zmienność rytmu serca wiąże się z gorszym rokowaniem u pacjentów z przeszczepionym sercem [4].

Omdlenia stanowią duży problem społeczny i kliniczny; prace z Danutą to jedne z pierwszych systematycznych badań obejmujących analizę zmienności rytmu serca w trakcie *testów pochyleniowych*, w których zastosowano miary złożoności oparte na entropii i dynamice symbolicznej, do zaproponowania wyjaśnienia ich mechanizmu [5, 6, 7].

Wspólnie z Danutą badaliśmy również niezwykle ciekawe zjawisko asymetrii rytmu serca, związane z różnym rozkładem przyspieszeń i zwolnień. Pogłębiającą analizę tego fenomenu przy użyciu wzorców porządkowych przedstawiliśmy w pracy [8].

Starzenie się organizmu wciąż jest procesem, który wymyka się kompleksowemu opisowi. Za pomocą odpowiednio dobranych narzędzi geometrycznych zespół kierowany przez Danutę zidentyfikował związane z wiekiem zmiany w dynamice rytmu serca: od dużej różnorodności w wieku 20 lat, po silną antypersystencję zbliżoną do

dynamiki wahadła, która staje się dominująca u osób po osiemdziesiątym roku życia [9].

Jednym z ciekawszych osiągnięć zespołu Danuty jest konstrukcja i wykorzystanie w analizie rytmu serca i ciśnienia tętniczego nowego narzędzia matematycznego, *indeksu MI (multistructure index)* będącego miarą służącą do oceny struktury zwolnień i przyspieszeń rytmu serca i ciśnienia. MI jest uogólnieniem istniejących miar stosowanych do badania asymetrii rytmu serca, ale ma uniwersalny charakter i może być wykorzystywany w analizie dowolnych serii czasowych [10].

We współpracy naukowej dwie cechy Danuty wyróżniały ją szczególnie: po pierwsze była ona wielką erudytką, zawsze na bieżąco ze wszystkimi najnowszymi doniesieniami naukowymi, które nieustannie śledziła. Co ważne, opis nawet bardzo skomplikowanych metod fizycznych potrafiła przełożyć na język zrozumiały dla medyków. Jednocześnie sama starała się jak najlepiej poznać złożone mechanizmy regulacji układu sercowo-naczyniowego. Po drugie, wielkie wrażenie robiła jej niezwykła rzetelność i staranność w prowadzonych badaniach. Stoi nam przed oczyma Danuta pochylona nad setkami wydrukowanych stron z wykresami EKG i ciśnienia, które były przez nią najpierw skrupulatnie przeglądane i oceniane, diagram po diagramie, zanim sięgała po narzędzia do automatycznej analizy. Dzięki takiemu podejściu zatwierdzone przez nią do dalszych badań dane cechowały się najwyższym poziomem wiarygodności.

Danuta z wielkim zapałem i energią włączała się w różne inicjatywy i zawsze można było na nią liczyć. Tak było np. w projekcie *Centrum Zastosowań Matematyki* realizowanym na PG. Danuta nie tylko zgodziła się zostać członkinią rady naukowej, ale aktywnie współuczestniczyła w planowaniu i realizacji różnych ambitnych przedsięwzięć akademickich [11].

Nasza znajomość z Danutą miała wymiar nie tylko naukowy, ale też prywatny i niejednokrotnie mieliśmy wielką przyjemność spotykać się z nią i jej mężem Markiem (z wykształcenia również fizykiem) na niwie towarzyskiej. Jej przedwczesne odejście jest bolesną stratą, którą trudno zaakceptować. Czasami, gdy zmagamy się z jakimś trudnym naukowym problemem, wciąż przychodzi nam na myśl, żeby zadzwonić do Danuty i zapytać o jej opinię... Pozostanie ona w naszej pamięci jako świetny naukowiec i wspomniały człowiek.

- [1] Seminarium Hard Heart, <https://hardheart.ug.edu.pl>
- [2] Entropia w badaniach kardiologicznych, film z cyklu „Nauka to ludzie” <https://naukatoludzie.gumed.edu.pl/entropia-w-badaniach-kardiologicznych>
- [3] Danuta Makowiec, profil na ResearchGate, <https://www.researchgate.net/profile/Danuta-Makowiec/research>

- [4] J. Wdowczyk, D. Makowiec, M. Gruchała, D. Wejer, Z.R. Struzik, Dynamical landscape of heart rhythm in long-term heart transplant recipients: A way to discern erratic rhythms, *Front. Physiol.* 9:274, 2018.
- [5] B. Graff, G. Graff, D. Makowiec, A. Kaczkowska, D. Wejer, S. Budrejko, D. Kozłowski, K. Narkiewicz, Entropy measures in the assessment of heart rate variability in patients with cardiodepressive vasovagal syncope, *Entropy* 17(3), 1007-1022, 2015.
- [6] D. Makowiec, D. Wejer, B. Graff, Z.R. Struzik, Dynamical pattern representation of cardiovascular couplings evoked by head-up tilt test, *Entropy* 20(4): 235, 2018.
- [7] D. Wejer, B. Graff, D. Makowiec, S. Budrejko, Z.R. Struzik, Complexity of cardiovascular rhythms during head-up tilt test by entropy of patterns, *Physiol. Meas.* 38(5):819-832, 2017.
- [8] G. Graff, B. Graff, A. Kaczkowska, D. Makowiec, J. M. Amigo, J. Piskorski, K. Narkiewicz and P. Guzik, Ordinal pattern statistics for the assessment of heart rate variability, *Eur Phys J-Spec. Top.* 222, 525-534, 2013.
- [9] D. Makowiec, D. Wejer, A. Kaczkowska, M. Żarczyńska-Buchowiecka, ZR Struzik, Chronographic Imprint of Age-Induced Alterations in Heart Rate Dynamical Organization, *Front. Physiol.* 2015;6:201.
- [10] D. Makowiec, B. Graff, Z.R. Struzik, Multistructure index characterization of heart rate and systolic blood pressure reveals precursory signs of syncope, *Sci. Rep.* 7(1): 419, 2017.
- [11] A. Bartłomiejczyk, G. Graff, O Centrum Zastosowań Matematyki, *Math. Appl.* 41(2), Article 2, 2013.

Beata Graff

(Klinika Nadciśnienia Tętniczego i Diabetologii  
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego)

[beata.graff@gumed.edu.pl](mailto:beata.graff@gumed.edu.pl)

Grzegorz Graff

(Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej  
Politechniki Gdańskiej)

[grzegorz.graff@pg.edu.pl](mailto:grzegorz.graff@pg.edu.pl)

Profesor Danutę Makowiec poznałam w 2013 roku dzięki znajomości z prof. Grzegorzem Graffem i jego żoną dr Beatą Graff. Wymiana refleksji z Grzegorzem na temat moich zainteresowań analizą sygnałów biomedycznych przy konferencyjnym ognisku w Będlewie zaowocowała dla mnie szczerą relacją naukową z gdańskim środowiskiem zainteresowanym analizą sygnałów, skupionym wokół Danki, która tworzyła w tym czasie grupę Hard Heart.

Danka zaprosiła mnie na seminarium, żebym opowiedziała o sygnałach rejestrowanych przy testach pochyleniowych przeprowadzanych na urządzeniu Task Force Monitor. Spotkanie było długie i pomimo upływu czasu mam z niego jedno wyraźne wspomnienie Danki, która słuchała z uwagą, robiła notatki. Dla mnie, młodej wówczas osoby, takie skupienie i docenienie mojej pracy było ogromnym wyróżnieniem. A Danka właśnie taka była, skoncentrowana na prelegencie niezależnie od tego czy był wybitnym specjalistą, czy początkującym badaczem. Dla Danki ważne było, co ma do powiedzenia. Podczas konferencyjnych sesji też skrupulatnie notowała, a w pokonferencyjnych seminariach wracała do wystąpień, wskazywała, co było ciekawe i czego trzeba się nauczyć. Ciągle chciała się uczyć, nie przechodziła obojętnie wobec nowych propozycji analiz, nowych metod. Czasem w luźniej rozmowie mówiła, co by chciała poznać, spróbować, wykorzystać i w krótkim czasie zrobiła na ten temat seminarium. Temat zgłębniony, przeanalizowany i profesjonalnie skomentowany. Imponowała nam wszystkim tym zapalem, siłą i pracowitością. W czasie kiedy zakładała Hard Heart, seminaria i spotkania na uczelniach odbywały się tylko stacjonarnie; dla mnie dojazd do Gdańska co środę nie był możliwy, więc łączyłam się z grupą przez Skype. Dzisiaj to normalny sposób organizowania spotkań, wówczas było to pionierskie rozwiązanie i jestem za nie Dance bardzo wdzięczna. Mam głębokie przekonanie, że gdyby nie grupa Hard Heart, to moje naukowe losy potoczyłyby się inaczej; możliwość stałego kontaktu z intensywnie pracującym zespołem, dyskusja i wymiana doświadczeń była dla mnie ogromnym wsparciem w realizacji własnych projektów. Zainspirowana grupą Hard Heart sama organizuję w mojej Katedrze seminaria. Zdalnie uczestniczyła w nich również Danka.

Poza kontaktem w grupie widywałyśmy się również na konferencjach i wówczas był czas także na rozmowy bardziej osobiste, trochę o życiu, trochę o kłopotach. Z tych konferencyjnych, prywatnych spotkań mam w głowie i na zdjęciach Dankę i jej męża Marka, który był przy niej zawsze i trudno by było nie zauważyć wyjątkowości ich wzajemnej relacji niezmiennej w zdrowiu i w chorobie.

Choroba... Właśnie choroba, która przedwcześnie zabrała nam Danusię, była dla niej trudnym doświadczeniem, ale ona się nie poddawała, pokazywała nam wszystkim, że choroba nie zwalnia z niczego, że nadal należy robić to, co się kocha... Do końca.

Nasze ostateczne spotkanie było dla mnie wyjątkowe, Danka przyjechała z Markiem na konferencję, którą organizowałam w Bydgoszczy. Pomimo prośb, by po prostu była i nie trudziła się przygotowaniem prezentacji, postawiła na swoim i opowiedziała o badaniach i pomysłach, wzbudzając jak zawsze zainteresowanie słuchaczy.

Po konferencji napisała do mnie bardzo budujący osobisty list, trochę jak przesłanie i pożegnanie. W Sylwestra wymieniliśmy się zdjęciami i życzeniami. Danka napisała: „Obyśmy za rok mogli razem świętować”. Nie będziemy. W moich wspomnieniach pozostanie jako silna, mobilizująca do działania kobieta, dla której problemy, to wyzwania i inspiracje.

Katarzyna Buszko  
(Katedra Biostatystyki i Teorii Układów Biomedycznych,  
Wydział Farmaceutyczny,  
Collegium Medicum w Bydgoszczy UMK)  
buszko@cm.umk.pl



These are memories of Anna Lawniczak and Bruno Di Stefano collaboration, friendship, and deep appreciation of the remarkable scientific contributions of prof. dr. hab. Danuta Makowiec from the University of Gdansk, whose life, sadly, was cut short. However, Danuta's scientific influence, inspiration, and indomitable spirit will continue to stay with us.

We first met Danuta Makowiec and her husband, Marek, at the 6th International Conference on Cellular Automata for Research and Industry (ACRI 2004), held in Amsterdam, the Netherlands, from October 25-28, 2004. From that initial encounter, we quickly realized that Danuta and we shared many common research interests, particularly in modelling complex systems using various discrete methodologies. Danuta made many significant and influential contributions, mentoring and inspiring countless young researchers in complex systems research.

We, Anna and Bruno, are spouses, but we have been also research collaborators and share a passion and interest for modelling complex systems using various discrete methodologies. The collaborative part of our research, so far, has included cognitive agents, agent-based systems models, and cellular automata applied to autonomous robots, data communication networks, highway traffic, and the spread of epidemics, to name some.

Upon meeting with Danuta and Marek in 2004 we immediately found many scientific topics of common interest, and we shared the belief that modelling complex systems using discrete methodologies was a very important and promising research direction for many scientific fields and practical applications in the digital age. We felt that this methodology should be better recognized than it was at that time. We met again at other conferences and, eventually, we organized conferences together. Specifically, we conceived, implemented, ran and oversaw running the Summer Solstice International Conference on Discrete Models of Complex Systems.

Danuta felt that having a conference on the longest day of the year would bring some magic of the day and additional inspiration to the meetings. Bruno said to Danuta that this day is the *Summer Solstice*, and this is how the *Summer Solstice, International Conference on Discrete Models of Complex Systems* was conceived, during the discussions and musing at the Automata conference, the June's sun in Bristol in 2008.

For the following year we worked tirelessly on bringing the musings into reality and making sure that the conference would materialize in Gdansk, Poland, on June 22-24, 2009. The actual Summer Solstice in Gdansk was on Sunday, June 21, 2009, at 11:15 AM. However, we considered the Conference dates "to be close enough". This type of approximation was applied also in subsequent years. For instance, in Nancy, France, the Conference took place on June 16-18, 2010. These approximations were due to practicalities related to booking meeting rooms or avoiding conflicts with other conferences.

The Summer Solstice Conference has become much more than an annual event. Over the years, it has established itself as a vital forum for the exchange of ideas, collaborations, and advancements in the field of discrete modelling of complex systems. The conference has fostered a community of scholars, scientists, and engineers exploring and pushing the boundaries of knowledge in many areas Danuta was so passionate about. The conference's unique blend of intellectual rigour and informal camaraderie has made it a key event for researchers across the globe, providing an inclusive space where both established academics and emerging scholars could share their latest findings and insights. It is this open, yet focused environment that has enabled the Summer Solstice Conference to contribute significantly to the fields of discrete modelling and studying dynamics of complex systems, interdisciplinary physics, applied mathematics and beyond. The conference's broad spectrum of scientific inquiry and innovation has also become an inspiring platform for young researchers and graduate students, fostering mentorship – a cause Danuta deeply cared about.

Danuta was a trailblazer in interdisciplinary physics, contributing significantly to fields such as econophysics, sociophysics and medical physics of the heart. She was a visionary researcher with a passion for exploring the dynamics of complex systems, and how to model them using diverse methodologies.

In March 2021 Danuta informed us that she was diagnosed with cancer. We kept in touch with her frequently and followed the evolution of her therapy and disease. Our virtual meetings with Danuta consisted of three parts: a personal one when we discussed health issues, a scientific one when we talked about science and research, and an organizational one when we talked often

about some details of future Solstice conferences. Despite the disease, Danuta continued to be extremely active in her professional work and she continued to work until the end. We admired her resilience, drive and determination. We also admired Marek's devotion and support given to Danuta during this very difficult period in their life. Then, sadly, on April 25, 2024, we learned with great sadness that Danuta passed away. However, her optimistic and inspiring spirit stays with us.

Danuta's unwavering dedication, even in the face of personal illness, ensured that the conference survived through challenging times such as the COVID-19 pandemic. Her determination serves as an enduring reminder of the importance of this conference. As we reflect on her scientific contributions and her role in shaping the scientific discourse, it becomes clear that continuing the Summer Solstice Conference is not just a tribute to Danuta, but a continuation of her work and her scientific vision. By sustaining the conference, we ensure that Danuta's legacy as a scientist endures, as the conference provides future generations of researchers with the opportunity to expand upon the groundbreaking work Danuta pioneered. The conference provides a venue to continue exploring the potential of discrete modelling of complex systems to address challenges in fields ranging from medicine to economics, to engineering, and social science, to name a few.

Considering all this, we believe it is more important than ever to keep the Summer Solstice Conference alive. It is our collective responsibility to preserve this platform for scientific inquiry and innovation, honouring the memory of Prof. Danuta Makowiec contributions and all that she stood for. The conference will continue to be a beacon for those who are passionate about using discrete models to explore the complexities of our world.

### Summer Solstice Conferences 2009-2023

The 13<sup>th</sup> Summer Solstice, Florence, Italy, April 12-14, 2023 (<https://solstice2023.complexworld.net/homepage>)

The 12<sup>th</sup> Summer Solstice Seminar in Gdansk on May 28, 2022

The 11<sup>th</sup> Summer Solstice, Dresden, Germany, July 15-17, 2019 (<https://solstice2019.loria.fr/index.html>)

The 10<sup>th</sup> Summer Solstice, Gdansk, Poland, June 25-27, 2018, (<https://summersolstice2018.ug.edu.pl/>)

The 9<sup>th</sup> Summer Solstice, Catania, Italy, June 21-23, 2017

The 8<sup>th</sup> Summer Solstice, Aveiro, Portugal, June 20-22, 2016 (<https://cssociety.org/events/59>)

The 7<sup>th</sup> Summer Solstice, Toronto, Canada, June 17-19, 2015 (<https://www.fields.utoronto.ca/programs/scientific/14-15/complexsys15/>)

The 6<sup>th</sup> Summer Solstice, Ljubljana, Slovenia, June 22-25, 2014 (<http://www-fl.ijs.si/~tadic/Workshops/Solstice14/?page=home>)

The 5<sup>th</sup> Summer Solstice, Warszawa, Poland, June 27-29, 2013

The 4<sup>th</sup> Summer Solstice, Arcidosso, Italy, June 26-29, 2012

The 3<sup>rd</sup> Summer Solstice, Turku, Finland, June 06-10, 2011

The 2<sup>nd</sup> Summer Solstice, Nancy, France, June 16-18, 2010

The 1<sup>st</sup> Summer Solstice, Gdansk, Poland, June 22-24, 2009

### Proceedings of Summer Solstice International Conference on Discrete Models of Complex Systems

1. A.T. Lawniczak, D. Makowiec, B.N. Di Stefano, Editors of *Proceedings of the 2009 Summer Solstice, First International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Gdańsk, Poland, June 22-24, 2009, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 3, No. 2, 2010, pp 251-494, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=3&N=2](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=3&N=2)
2. N. Fatès, Editor of *Proceedings of the 2010 Summer Solstice, The 2<sup>nd</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Nancy, France, June 16-18, 2010, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 4, No. 2, 2011, pp 115-265, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=4&N=2](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=4&N=2)
3. M. Stannet, D. Makowiec, A.T. Lawniczak, B.N. Di Stefano, Editors of *The Proceedings of the Satellite Workshops of Unconventional Computing 2011: the 4<sup>th</sup> International Workshop on Physics and Computation; the 3<sup>rd</sup> International Hypercomputation Workshop; 2011 Summer Solstice, the 3<sup>rd</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, TUCS Lecture Notes, No 14, June 2011, Painosalama Oy, Turku, Finland 2011.
4. D. Makowiec, A.T. Lawniczak, B.N. Di Stefano, Editors of *Proceedings of the 2011 Summer Solstice, The 3<sup>rd</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Turku, Finland, June 06-10, 2011, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 5, No. 1, 2012, pp. 1-190, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=5&N=1](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=5&N=1)
5. A. Krawiecki, Editor of *Proceedings of the 2013 Summer Solstice, The 5<sup>th</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Warszawa, Poland, June 27-29, 2013, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 7, No. 2, 2014, pp. 233-408, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=7&N=2](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=7&N=2)
6. H. Fukś, A.T. Lawniczak, Editors of *Proceedings of the 2015 Summer Solstice, The 7<sup>th</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, The Fields Institute, Toronto, Canada, June 17-19, 2015, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 9, No. 1, 2016, pp.1-146, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=9&N=1](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=9&N=1)
7. D. Makowiec, D. Wejer, Editors of *Proceedings of the 2018 Summer Solstice, The 10<sup>th</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Gdansk, Poland, June 25-27, 2018, Acta Physica Polonica B Proc. Supplement, Vol. 12, No. 1, 2019, pp. 1-155, [https://www.actaphys.uj.edu.pl/index\\_n.php?I=S&V=12&N=1](https://www.actaphys.uj.edu.pl/index_n.php?I=S&V=12&N=1)
8. D. Makowiec, A. Deutsch, N. Fatès, Editors of *Proceedings of the 2019 Summer Solstice, The 11<sup>th</sup> International Conference on Discrete Models of Complex Systems*, Dresden, Germany, July 15-17, 2019, Physica D: Nonlinear Phenomena, Special Issue, 2021, <https://www.sciencedirect.com/journal/physica-d-nonlinear-phenomena/special-issue/10JG9L87X1D>

Anna T. Lawniczak  
(University of Guelph, Canada)  
alawnicz@uoguelph.ca

Bruno Di Stefano  
(Nuptek Systems Ltd., Toronto, Canada)  
bruno.distefano@nupteksystems.com



I have had the occasion to meet Danuta Makowiec several times because I am a regular participant to the meetings of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO) having been a member of the ESGCO board since 2002 and the ESGCO President since 2012. Danuta Makowiec was an assiduous and active presence to the ESGCO meetings.

We spent several hours together during those meetings discussing about her favorite research topics, that are mine as well, at the border between cardiovascular physiology and biomedical signal processing.

During her entire professional life, Danuta Makowiec has been particularly interested in estimating noninvasively autonomic function from heart rate and arterial pressure variability series with the very practical aim to describe situations favoring postural syncope during orthostatic challenge [1-10] and alterations of the cardiac control after heart transplantation [11-15].

I remember with pleasure our discussions because she followed a very rigorous and comprehensive scientific approach that requires a deep knowledge of physiology, the design of experimental protocols and data collection procedures and the selection of the most appropriate signal processing techniques to reach the final purpose. Therefore, our discussions were not limited to

a single aspect of the problem, but we spanned several contexts and issues including the relevance of collaborations with physicians, the critical issue of having practical clinical objectives and the importance of defining all the details of analysis when designing a new approach or modifying an already existent method. She was particularly careful in any step of the research process. She was fascinated by methodological topics such as the quantification of complexity of physiological mechanisms and assessment of directionality of the interactions faced via the most advanced techniques of time series analysis such as symbolic and entropy-based methods [1-15].

My main regret is not to have searched with more determination for a direct collaboration with her and the group of researchers working with her in Gdansk to take advantage of her rigor, signal processing ability and possibility of acquiring interesting sets of data useful for the characterization of cardiac autonomic control in different pathological populations.

- [1] D. Wejer, A. Kaczkowska, D. Makowiec, Z.R. Struzik, B. Graff, G. Graff, S. Budrejko, D. Kozłowski, K. Narkiewicz, Temporal changes in complexity of cardiovascular regulation during head-up tilt test by entropic measures of fluctuations of heart period intervals and systolic blood pressure, 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014.
- [2] B. Graff, G. Graff, A. Kaczkowska, D. Makowiec, S. Budrejko, D. Kozłowski, K. Narkiewicz, Ordinal pattern statistics for RR intervals during head-up tilt test in patients with the history of vasovagal syncope, 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2014.
- [3] D. Makowiec, W. Miklaszewski, Z.R. Struzik, Accelerations and decelerations in heart rhythm differentiate vasovagal sensitive humans, *Comput Cardiol*, 42:1017-1020, 2015.
- [4] B. Graff, D. Wejer, L. Faes, G. Graff, D. Makowiec, K. Narkiewicz, The use of Transfer Entropy method for the assessment of cardiovascular regulation during head-up tilt test, *Auton Neurosci.: Basic Clin*, 192, P101-102, 2015.
- [5] D. Wejer, L. Faes, D. Makowiec, Causal relationships in the variability of cardiovascular system evoked by orthostatic stress by transfer entropy, 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015.
- [6] D. Makowiec, A. Kaczkowska, A. Kaczkowska, D. Wejer, M. Żarczyńska-Buchowiecka, Z.R. Struzik, Entropic measures of complexity of short-term dynamics of nocturnal heartbeats in an aging population, *Entropy*, 17(3), 1253-1272, 2015.
- [7] B. Graff, G. Graff, D. Makowiec, A. Kaczkowska, D. Wejer, S. Budrejko, D. Kozłowski, K. Narkiewicz, Entropy measures in the assessment of heart rate variability in patients with cardiodepressive vasovagal syncope, *Entropy*, 17(3), 1007-1022, 2015.
- [8] D. Wejer, B. Graff, D. Makowiec, S. Budrejko, Z.R. Struzik, Complexity of cardiovascular rhythms during head-up tilt test by entropy of patterns, *Physiol Meas*, 38(5):819-832, 2017.
- [9] D. Makowiec, B. Graff, Z.R. Struzik, Multistrukture index characterization of heart rate and systolic blood pressure reveals precursory signs of syncope, *Sci Rep*, 7(1): 419, 2017.
- [10] D. Makowiec, D. Wejer, B. Graff, Z.R. Struzik, Dynamical pattern representation of cardiovascular couplings evoked by head-up tilt test, *Entropy*, 20(4): 235, 2018.
- [11] D. Makowiec, Z. Struzik, B. Graff, J. Wdowczyk-Szulc, M. Żarczyńska-Buchowiecka, M. Gruchala, A. Rynkiewicz, Complexity of the heart rhythm after heart transplantation by entropy of transition network for RR-increments of RR time intervals between heartbeats, 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013.
- [12] D. Makowiec, Z.R. Struzik, B. Graff, M. Żarczyńska-Buchowiecka, J. Wdowczyk, Transition network entropy in characterization of complexity of heart rhythm after heart transplantation, *Acta Physica Polonica B*, 2014, 45(8): 1771-1782, 2014.
- [13] D. Makowiec, J. Wdowczyk, M. Gruchala, Z.R. Struzik, Network tools for tracing the dynamics of heart rate after cardiac transplantation, *Chaos, Solitons & Fractals*, 90, 101-110, 2016.
- [14] J. Wdowczyk, D. Makowiec, M. Gruchala, D. Wejer, Z.R. Struzik, Dynamical landscape of heart rhythm in long-term heart transplant recipients: A way to discern erratic rhythms, *Front. Physiol.* 9:274, 2018.
- [15] D. Makowiec, J. Wdowczyk, M. Gruchala, Variability of heart rate variability indexes for estimates of left ventricular hypertrophy in subjects shortly after a heart transplant, 12th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO), 2022.

*Alberto Porta*

*(Department of Biomedical Sciences for Health,  
University of Milan,*

*Department of Cardiothoracic, Vascular Anesthesia and  
Intensive Care, IRCCS Policlinico San Donato)*

alberto.porta@unimi.it





Nazwisko Danuty Makowiec nie było mi obce gdzieś od połowy lat 90. XX w. Znałem jej wczesne wyniki dotyczące klasyfikacji automatów komórkowych [2, 3], a także chaosu w automatach komórkowych [1]. Później przeczytałem jej prace o probabilistycznych automatach komórkowych, a zwłaszcza o regule Tooma [4, 5, 6]. Interesowały mnie wówczas zjawiska krytyczne w automatach komórkowych, ale sam głównie zajmowałem się przypadkami jednowymiarowymi. Danuta była natomiast jednym z pionierów badania takich zjawisk w dwóch wymiarach [8, 7].

Mój pierwszy kontakt z Danutą miał jednak miejsce dopiero w 2004 i był pewnym zbiegiem okoliczności. Zostałem wówczas zaproszony, aby wygłosić wykład na konferencji AUTOMATA 2004 w Karlsruhe, którą zorganizował Thomas Worsch. Niestety musiałem w ostatniej chwili odwołać mój wykład z powodów osobistych, czego bardzo żałowałem, bo przeglądając program konferencji zobaczyłem wiele ciekawych tytułów prezentacji. Jeden z wykładów szczególnie mnie zainteresował, była to prezentacja Danuty Makowiec *New challenges in cellular automata due to net topology*. Napisałem do Niej z zapytaniem, czy przypadkiem nie mogłaby mi przysłać slajdów z tego wykładu. Odpowiedź dostałem niemal natychmiast, a ku mojemu miłemu zaskoczeniu Danuta zaprosiła mnie w dodatku na następną edycję konferencji AUTOMATA, którą właśnie zaczynała organizować. Tym sposobem w czerwcu 2005 znalazłem się w Gdańsku i poznałem Danutę osobiście. Bardzo ciepło wspominam ten wyjazd, zostałem wówczas przez Danutę i jej męża Marka przyjęty z prawdziwie polską tradycyjną gościnnością.

Dwa lata później współorganizowaliśmy z Anną T. Lawniczak AUTOMATA 2007 w Toronto i zaprosiliśmy Danutę. Wówczas już zajmowała się modelami kardiologicznymi i na konferencji zaprezentowała model działania rozrusznika serca oparty na automatach komórkowych. Był to model wykorzystujący pewne uogólnienie czy też raczej modyfikację automatu Greenberga–Hastingsa [9]. Pamiętam, że model Danuty bardzo mnie zaintrygował, bo choć zajmowałem się automatami komórkowymi już od ładnych paru lat, to ich zastosowanie w tak bardzo realistycznym modelu biologicznym było dla mnie czymś zupełnie nowym.

W czerwcu 2009 Danuta zorganizowała w Gdańsku pierwszą konferencję o dyskretnych modelach układów złożonych, która miała się potem przerodzić w cykl Summer Solstice International Conference on Discrete Models of Complex Systems. Miałem przyjemność uczestniczyć w tym spotkaniu. Wybrałem się wówczas do Gdańska z żoną i czwórką małych dzieci, co było pewnym wyzwaniem, ale dzięki pomocy i gościnności Danuty i Marka wszystko odbyło się bez problemów. Patrząc

z perspektywy piętnastu lat na historię konferencji Summer Solstice mogę powiedzieć, że był to doskonały pomysł Danuty (i Anny Lawniczak), prawdziwy strzał w dziesiątkę. *Układy złożone* to bardzo szeroka a jednocześnie “rozdrobiona” dziedzina, w którą zaangażowani są badacze z bardzo nieraz odległych od siebie dyscyplin. Summer Solstice umożliwiło wymianę idei i nawiązanie cennych kontaktów na bardzo otwartym forum, bez sztywnych ograniczeń programowych. Jednocześnie pozostało konferencją na małą skalę, o niemal “rodzinnej” atmosferze. Współorganizowałem z Danutą, A. Lawniczak, B. Di Stefano i M. Cojocar u jedną z konferencji z tej serii w Toronto w 2015, a także uczestniczyłem w kilku innych. Zawsze było to dla mnie wspaniałe doświadczenie i zawsze przywoziłem do domu wiele pomysłów do dalszej pracy naukowej. Mam nadzieję, że konferencje Summer Solstice będą kontynuowane i pozostaną trwałym elementem dorobku Danuty – bardzo zachęcam młodszych kolegów i koleżanki do podjęcia wysiłku w tym kierunku.

Ostatni raz widziałem się z Danutą w Gdańsku w maju 2022. Było to tuż po pandemii, kiedy mało kto jeszcze miał odwagę organizować konferencje naukowe “twarzą w twarz”. Korzystając z okazji, że dwaj członkowie grona założycielskiego Summer Solstice, Nazim Fathès (Nancy) i Franco Bagnoli (Florence), mieli właśnie przyjechać do Gdańska, Danuta podjęła wyzwanie i zorganizowała Summer Solstice Seminar. Kiedy dostałem wiadomość o tym spotkaniu, bez wielkiego namysłu kupiłem bilet lotniczy i poleciałem do Gdańska. Wówczas to dowiedziałem się o chorobie Danuty.

Wiadomość o jej odejściu była bardzo bolesna dla wszystkich, którzy ją znali. Dla mnie to strata tym bardziej dotkliwa, że dzięki Danucie mogłem utrzymywać więzi naukowe z krajem rodzinnym. Zawsze mogłem na nią liczyć: czy kiedy potrzebowałem pomocy w recenzji jakiejś pracy, czy kiedy potrzebowałem wydobyć z polskich bibliotek jakiś zapomniany stary artykuł. Danuta była jedną z najbardziej bezinteresownych i szczerze oddanych nauce osób, jakie kiedykolwiek znałem.

Wszystkim będzie nam jej bardzo brak. *Requiescat in pace.*

- [1] D Makowiec. Chaos in networks of 2-dimensional homogeneous cellular automata. *Physica A*, 172(3):291–301, 1991.
- [2] D Makowiec. Remarks on the rule classification of symmetrical 2-dimensional homogeneous cellular automata. *Physica A*, 176(3):430–446, 1991.
- [3] D Makowiec. The classification of homogeneous and symmetrical cellular automata. *Acta Physica Polonica B*, 23(4):299–311, 1992.

- [4] D Makowiec. Probabilistic approach to the dynamics of deterministic homogeneous and symmetrical 2-dimensional cellular automata. *Physica A*, 199(2):299–317, 1993.
- [5] D Makowiec. Chaos in cellular automaton systems with Toom rule. *Physica A*, 234:435–442, 1996.
- [6] D Makowiec. Toom probabilistic cellular automata stationary states via simulations. *Acta Physica Polonica B*, 29(6):1599–1607, 1998.
- [7] D Makowiec. Critical properties of Toom cellular automata. *Acta Physica Polonica B*, 30(8):2533–2545, 1999.
- [8] D Makowiec. Stationary states of Toom cellular automata in simulations. *Phys. Rev. E*, 60(4, A):3787–3796, 1999.
- [9] Danuta Makowiec. Cellular automata model of cardiac pacemaker. *Acta Physica Polonica B*, 39(5):1067–1085, 2008.

Henryk Fuks  
(Brock University, St. Catharines, Canada)  
hfuks@brocku.ca



In this set of obituaries published to commemorate Professor Danuta Makowiec, this text may seem a little exceptional. This is because we have not had any common publications, or grants, and even have not shared exactly the same scientific interests. Nevertheless, I intend to remind the community of physicists Danuta's continuous efforts to initiate and organize a series of symposia called Summer Solstice Conferences on Discrete Models of Complex Systems. For more than a decade, these events, not too large in terms of the number of participants and focused only on selected topics in complex systems science, provided a unique forum for presenting new results, exchanging ideas, or just meeting each other in person for a growing but still not oversized group of researchers from different countries.

The idea of the Summer Solstice Conference series was conceived at Automata 2008, in Bristol, UK. Discussions among participants, where the main role was played by Danuta Makowiec, Anna Lawniczak, Bruno Di Stefano, and Nino Boccara, were concluded by the decision to organize a conference with the main focus on discrete models of complex systems. It was Danuta's suggestion to fix the date of the first conference in the vicinity of the longest day of the year (summer solstice) to bring some magic of the day and provide more daylight for discussions and meetings; in the following years, this term has always been at least approximately complied. Next year, mainly due to the efforts of Danuta and Bruno Di Stefano, the first Summer Solstice Conference was

eventually organized in Gdansk, Poland, on June 22-24, 2009 (just after the summer solstice on Sunday, June 21). Because of the scientific interests of the organizers most of the contributed talks were devoted to the theory and applications of cellular automata (CA) in modeling complex systems; however, other topics were also included in the schedule.

In the following years, the conference took place in different European countries and Canada: in 2010 in Nancy, France; in 2011 in Turku, Finland (as a satellite to the Unconventional Computing conference); in 2012 in Arcidosso, Italy; in 2013 in Warsaw, Poland; in 2014 in Ljubljana, Slovenia; in 2015 in Toronto, Canada; in 2016 in Aveiro, Portugal; in 2017 in Catania, Italy; the 10th jubilee conference again in Gdansk, Poland; in 2019 in Dresden, Germany. Proceedings of these conferences were published mostly in *Acta Physica Polonica B Proceedings Supplement* (2009- 2011, 2013, 2015, 2018 meetings), but also in a special issue of *Physica D* (2019 meeting). To a large extent due to the efforts and personal contacts of Danuta, a group of frequent participants and organizers of the successive conferences appeared, including such recognized scientists as Franco Bagnoli, Andreas Deutsch, Nazim Fatès, Rolf Hoffmann, Pietro Liò, Jose F. Mendes, Raul Rechtman, Andrea Rapisarda, and Bosiljka Tadic, to list only a few. Unfortunately, the 2020 Summer Solstice Conference scheduled to take place in Cambridge, UK, had to be canceled due to pandemic restrictions. The tradition of the Summer Solstice Conferences was partly renewed by the Summer Solstice 2022 Seminar which took place in Gdansk, Poland, on May 28. Despite deteriorating health, Danuta still acted as the head of the organizing committee and presented a talk on synchronization in CA modeling cardiac tissue.

Danuta first invited me to participate in the 2011 Summer Solstice Conference in Turku, Finland (where the proximity of the summer solstice could be most clearly seen: the sun almost did not set and days were extremely hot for this latitude). Since then I had an opportunity to participate in most of the consecutive meetings as well as to co-organize the 2013 Conference in Warsaw. Over time, the conference has expanded in terms of the number of participants and the scope. Of course, CA remained the main topic, with contributions from Danuta and her collaborators comprising applications of CA to modeling activity of the heart tissue, in particular the sinoatrial node (the heart pacemaker) and the atria. However, other subjects were also present, e.g., agent-based and other discrete models in socio- and econophysics, complex networks, and discrete stochastic models, to list only a few; for example, I used to present results of Monte Carlo simulations and analytic investigations of various Ising-like models. As the conference organizer, Danuta

has always been open to new ideas and trends in the physics of complex systems; a brief summary of her broad interests can be found in the foreword for the 2019 Conference Proceedings [A. Deutsch, N. Fatès, D. Makowiec, *Physica D* 436, 133328 (2022)]. She also warmly welcomed both experienced and young scientists who then became active researchers in this vast area, including my colleagues Prof. Agata and Piotr Fronczak, Dr. Andrzej Grabowski, Dr. Tomasz Gradowski, Dr. Maciej Mrowiński, and Dr. Michał Lepek from Warsaw University of Technology.

But from the Summer Solstice conferences, and our many other scientific and personal contacts, I would like to recollect Danuta not only as a physicist who made significant contributions, among others, to the field of CA and their applications in medicine, and as a conceiver and *spiritus movens* of a successful and important series of symposia on various aspects of the science of complex systems. Also, I would like to recollect her as she was in her spare time between and after the conference sessions, a friendly, warm-hearted, and open-minded person with many interests in history, literature, excursions, etc. I still have in mind Danuta, often accompanied by her husband Marek, enjoying the small pleasures of life, such as a dinner with friends in a sheltered restaurant close to the fishing harbor in Aveiro, Portugal, visiting the remains of the ancient theatre in Taormina and wandering in the narrow streets of medieval Syracuse at Sicily, and climbing in the Tatra mountains on other occasions. I accepted news about her serious illness and premature decease with disbelief and deep sorrow. Danuta, a scientist so active in physics and a person so much engaged in life, by her passing away left behind an emptiness that is impossible to fill in.

Andrzej Krawiecki

(Faculty of Physics, Warsaw University of Technology)

andrzej.krawiecki@pw.edu.pl



Trudno coś napisać o Danucie, ponieważ była zjawiskiem. Z wielu powodów. Pierwszy i najważniejszy jest taki, że fizyka była jej pasją, fascynacją, sposobem na życie. Kiedy już raz weszła na stopnie kariery akademickiej poczuła się na nich, i nie bez powodu, jak w domu.

W domu jest czas na to, żeby wspólnie cieszyć się nowymi pomysłami i ich realizacją, żeby dzielić się tym, co kto ciekawego w fizyce odnalazł, żeby tworzyć wspólnotę wokół tych znalezisk i wspólnotę ludzi dzielących się radością. Podobnie czujących, choć różnie myślących. Ludzi, dla których praca fizyka nie zaczyna się o ósmej po to, by skończyć się o szesnastej. Ludzi, którzy czasem

gdzieś wychodzą, ale zawsze wracają. W różnych miejscach, w różnych konfiguracjach, ale zawsze razem. Taki układ złożony, czasami oddziaływania lokalnie przyciągające, czasami odpychające, ale niewątpliwie wszyscy razem tworzą zespół statystyczny, kolektyw, asymptotycznie zbieżny zbiór trajektorii, słowem atraktor. No a jak wiemy z fizyki, entropia takiego układu rośnie powoli, ale skutecznie do nieskończoności.

Fascynacje naukowe Danki, jak sięgnę pamięcią, były zawsze twarde i miękkie jednocześnie. Twarde, gdyż nie unikały złożonej matematyki w analizie sygnału chaotycznego. A miękkie, ponieważ często były kolorowe, po prostu chciały się podobać. Kto powiedział, że prawda w fizyce ma być nudna i brzydka, skoro może być ciekawa i kolorowa? I zawsze wносиła Danką coś ciekawego, jakiś nowy sposób patrzenia na trajektorię. A to nieodwracalność, a to jakieś skalowanie. Tematy jak trajektorie, czasem odchodziły czasem wracały.

A pod spodem bardzo często był człowiek. Człowiek, który nawet nie był świadom tego, jak wymyślne koziołki fika jego rytm serca, przepuszczony przez matematyczną „maszynkę do mięsa”. Człowiek, którego autonomiczny układ nerwowy właśnie się zastanawiał czy odrzucić przeszczep serca czy nie, narażając swojego nosiciela na bezpośrednie zagrożenie życia. Przyznacie Państwo, że przy tak zdefiniowanej skali problemu nie da się pracować od 8 do 16. Człowiek, którego czasem można było spotkać osobiście, kiedy przyszło się do gabinetu w poradni za wcześnie albo wyszło za późno. Człowiek pozornie taki sam jak dwudziestu, trzydziestu, czasem pięćdziesięciu podobnych do niego ludzi, a jednak często noszący w swoim rytmie serca ponurą przepowiednię nadciągającego problemu.

Tematy, które atakowała Danką, do dziś stanowią nierozwikłaną zagadkę. Trochę pomaga w jej rozwiązaniu uczenie maszynowe, zwane na wyrost sztuczną inteligencją. Podpowiada, z sięgającą 90% czułością i swoistością, które cechy sygnału EKG decydują o bezpieczeństwie arytmicznym pacjentów. Trochę pomaga telemedycyna, pozwalająca spojrzeć na życie pacjenta przez szersze niż w latach 80. XX w. okno. W końcu pierwsze zapisy z monitorowania to były autentyczne rolki taśmy magnetycznej kręcące się w rejestratorze. A pierwszą innowacją było użycie kasety magnetycznej, którą można było przewinąć na zwykłym Grundigu. Ba, można było przy odrobinie szczęścia nagrać dwa zapisy holterowskie na jedną taśmę, ku rozpaczy oglądającego je kardiologa. Trochę pomaga, ale za nas dylematów nie rozwiąże, gdyż dalej autonomiczny układ nerwowy jest trudnym przeciwnikiem.

I czemu złoty kluczyk do jego zrozumienia ma dać właśnie fizyka? Popatrzmy na łuki odruchowe w fizjologii. Każdy z nich stanowi przyczynową odpowiedź na

konkretny bodziec. Jeśli bodziec będzie widoczny w EKG, kiedy na przykład pacjent wstał z łóżka, to w odpowiedzi rytm jego serca przyspieszył, żeby zapewnić odpowiednie ciśnienie krwi w tętnicach szyjnych. Zatem mamy tu złamanie symetrii związane z każdą zorientowaną w czasie relacją przyczynowo-skutkową. I wystarczy znaleźć dobrą procedurę matematyczną, która nam wyciągnie tę wiedzę z analizowanego sygnału.

Warto też zauważyć translacyjny charakter takiej pracy: trzeba znać się nie tylko na fizyce, matematyce, analizie sygnału, trzeba jeszcze rozumieć kontekst kliniczny, mechanizmy fizjologiczne, podłoże biochemiczne, choroby współistniejące i ich wpływ, wpływ wieku i płci oraz stopnia nasilenia badanego schorzenia. Klasyczna twarda fizyka jest pod wieloma względami bezpieczniejsza, gdyż, co do zasady, człowiek porusza się w obszarze, zgodnym ze swoim zawodem wyuczonym. A w naszych układach złożonych, kiedy układem złożonym jest praktycznie wszystko? Dziś dla specjalistów AI jest to tak zwana wiedza dziedzinowa, od której lubią mieć ekspertów, żeby samemu nie musieć jej zgłębiać. Kiedy Danka przyszła pierwszy raz do szpitala po zapisy holterowskie nie miała takiego komfortu i nikt z nas nie miał. Z uwagi na tę konsekwentną interdyscyplinarność Danka była wypróbowanym towarzyszem rozpraw doktorskich, które recenzowała surowo ale sprawiedliwie. I co niemniej ważne, terminowo. Z tego tytułu była w murach Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej częstym gościem, czy fizycznie czy zdalnie.

Zjawisko zwane Danką Makowiec istniało w otoczeniu ludzi, tam się materializowało i tam wchodziło w interakcje. Tam również ciągnęło za sobą ogon młodych ludzi zafascynowanych jego osobowością i niekonwencjonalnymi metodami. I w tym kontekście chciałbym przywołać historię o tym, jak Danka została matką założycielką pewnej tradycji. Otóż regularnie korzystaliśmy z gościnności Asocjacji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego na konferencjach w Kościelisku–Kasprowisku. Danka gościła tam regularnie, podobnie jak inny gdański niespokojny duch i nieodżałowany druh – prof. Tomasz Wierzba.

I po którejś z tych konferencji Danka zapytała w swoim stylu: słuchajcie, a może byśmy przy okazji tej konferencji zrobili spotkania przyjaciół? W ten sposób powstała tradycja międzynarodowych warsztatów Cardiology Meets Physics and Mathematics, dla których nazwę wymyślił kolejny uczestnik fermentu intelektualnego wokół analizy rytmu serca, tj. prof. Rafał Baranowski z Anina. A że prof. Jan Żebrowski, wieloletni *spiritus movens* naszego warszawskiego środowiska fizyków zajmujących się zastosowaniami w kardiologii, przyprowadził ze sobą takiego młodego, który się jeszcze wtedy

dobrze zapowiadał, to uradzili, żeby go dać na przewodniczącego, i tak już zostało na następne szesnaście lat. Dziś inicjatywa Danki ogniskuje środowisko i każdy albo na warsztaty przyjeżdża albo wie, że musi przedstawić jakiś ważny powód nieobecności, ponieważ tam się po prostu bywa. Sama Danka bywała wiele lat, bywali jej wychowankowie, jej współpracownicy i przyjaciele. Czasem też nie bywała, wszak i tak w życiu bywa. Ale nie mam wątpliwości, że kiedy patrzyła jak się rozwija jej dzieło, to cieszyła się, że to środowisko, to spotkanie jest takie jak ona: ogniskuje wokół siebie ruch i jest pełne pasji i pełne emocji w stosunku do tego, co każdy z nas robi, nie patrząc na to, czy już minęła ósma i czy nie nadciągnęła szesnasta. Druga w nocy to przed szesnastą czy po szesnastej? A jak wiadomo, prace kliniczne w Polsce, nie wiedzieć czemu, powstają najczęściej właśnie o tej porze.

Trudno jest w kilku słowach opisać kilka dekad pełnych żaru intelektualnego, nowych odkryć i fascynacji, dzielonych z takimi zjawiskami jak Danka.

I tak sobie myślę z perspektywy metafizycznej, że i tam, gdzie Ona jest, można znaleźć wiele ciekawych problemów fizycznych. Ciekawych bo i sam człowiek jest ciekawy. Ciekawych jak Danka.

Teodor Buchner  
(Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki)  
teodor.buchner@pw.edu.pl



*Gwiazda, która nigdy nie gwiazdorzyła*

Patrzę teraz na grupowe zdjęcie zrobione w trakcie 36 Zimowej Szkoły Fizyki Teoretycznej Exotic Statistical Physics, która odbyła się w lutym 2000 w Łądku-Zdroju. Widzę wiele znajomych twarzy, w tym Danusię z charakterystyczną burzą kruczoczarnych włosów. Nie pamiętam jednak zupełnie tego spotkania, chociaż pamiętam, że Danusia zajmowała się w tym czasie modelem starzenia biologicznego Penny. W tamtym czasie takie interdyscyplinarne zastosowania fizyki statystycznej to była jeszcze, zgodnie z nazwą szkoły, egzotyka. Danusia była jedną z pionerek tej egzotyki w Polsce – cichą i skromną pionerką, może dlatego nie pamiętam tamtego spotkania.

Zawsze zadziwia mnie ludzka pamięć... Spośród wszystkich zdarzeń zapamiętujemy jedynie okruchy, często zdawałoby się zupełnie przypadkowe. Tak samo jest z moimi wspomnieniami o Danusi. Pierwszy okruch pamięci to listopadowy poranek 2015 roku w Rzeszowie i wspólne śniadanie w restauracji hotelowej podczas szóstego zjazdu sekcji Fizyka w Ekonomii i Naukach Społecznych (FENS) Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Byłam wtedy świeżo po rehabilitacji nogi złamanej podczas jazdy na nartach, a Danusia oznajmiła mi, że zaczęła

biegać po lesie 4-5 kilometrów dziennie. Z tego, co pamiętam, jej mąż Marek towarzyszył jej podczas tych biegów, ale sam nie biegał, tylko jeździł za nią na rowerze. Choć być może coś pokręciłam, bo pamięć bywa ulotna. Dlaczego zapamiętałam właśnie to śniadanie? Może dlatego, że była to bardzo miła rozmowa z fizyczką, którą ceniłam, a może dlatego, że ta informacja o bieganiu mnie zaskoczyła. Zresztą Danusia często mnie zaskakiwała chyba przez ten kontrast, który w sobie miała. Z jednej strony wydawała mi się niezwykle spokojna, wyciszona i nieśmiała, a z drugiej strony posiadała ogromne pokłady odwagi, energii i pasji, co ujawniało się szczególnie, gdy zaczynała mówić o swoich badaniach.

Kolejny okruch pamięci to wspólny wieczorny spacer po Rzeszowie i rozmowa o naszych pasjach zawodowych. Danusia zajmowała się wówczas rozwijaniem narzędzi sieciowych do śledzenia dynamiki pracy serca u pacjentów po przeszczepach na podstawie zapisu EKG, co pozwalało między innymi na nieinwazyjne monitorowanie rozwoju arytmii. Tematem zmienności rytmu serca zajęła się już wiele lat wcześniej i pozostała mu wierna do końca. Pamiętam, że podczas tamtego wieczornego spaceru opowiadała o swojej współpracy z kardiologami i planach na przyszłość. Pomyślałam wtedy, że właśnie tak powinna wyglądać nauka – w prawdziwie interdyscyplinarnych zespołach, pracujących nad rozwiązaniem ważnych problemów, które rzeczywiście mają wpływ na ludzkość. Danusia nie „robiła” nauki „na niby”, dla sławy, poklasku, czy wskaźników naukometrycznych. Robiła to co ważne. Przynajmniej ja tak to odbierałam i zawsze mnie to inspirowało.

Trzeci okruch pamięci to moje ostatnie spotkanie z Danusią w trakcie ubiegłorocznego Zjazdu Fizyków Polskich w Gdańsku. Wydawało mi się, że bez sensu przyjechałam, bo ostatnio już właściwie nie robię fizyki tylko układy społeczne. Ale wysłuchanie wykładu Danusi to było cudowne przeżycie i pamiętam, że pomyślałam wtedy, że dla tego jednego wykładu warto było przyjechać. Teraz myślę, że warto też było tam pojechać dla wspólnego obiadu z Danusią na dziedzińcu Politechniki Gdańskiej i naszej rozmowy, niestety już ostatniej.

To są okruchy, które jakoś najbardziej utkwiły w mej pamięci, ale spotkanie z Danusią było znacznie więcej. Nigdy z nią naukowo nie współpracowałam, ale mimo to Danusia była i zawsze będzie dla mnie wielką inspiracją, badaczką, która robiła wielkie i ważne rzeczy, a przy tym cudowną, ciepłą i skromną kobietą. Była prawdziwą gwiazdą, a jednak nigdy nie gwiazdorzyła.

Katarzyna Weron (Sznajd-Weron w publikacjach)  
(Wydział Zarządzania, Politechnika Wroclawska)  
katarzyna.weron@pwr.edu.pl

*Gdy wydepczemy wszystkie ścieżki lata  
Gdy nam nie starczy cię wysokich drow  
Gdy już poznamy sens naszego świata  
To przepawimy się na drugi brzeg...  
[...]*

*I tylko czasem łódź z przeciwka cicho  
Tego się przecież nie spodziewał czelek  
Jak my podobnych co zuchwale płyną  
Po dniach skończonych na swój drugi brzeg*

Andrzej Sikorowski  
*Ballada o drugim brzegu*

Poznałyśmy się w połowie lat 90. XX w, na jednym z pierwszych Sympozjów Fizyki Statystycznej im. Mariana Smoluchowskiego organizowanych w Zakopanem przez prof. Andrzeja Fulińskiego. Danka uczestniczyła w ponad dwudziestu odsłonach tej cyklicznej konferencji, z czasem zachęcając do udziału w niej coraz większą grupę własnych współpracowników i wychowanków. Nazwa „sympozjum” dobrze oddawała klimat spotkań w międzynarodowym gronie – dyskusje wokół referatów wygłaszanych w ciągu dnia trwały do późnych godzin wieczornych, a często przenoszone były na szlaki górskie, bo wspólne wędrowanie po Tatrach sprzyjało wymianie myśli. Nierzadko uczestnicy zjawiali się na Sympozjum w towarzystwie rodziny i dzieci. Danka przyjeżdżała na te spotkania z mężem Markiem. Stanowili dla nas krakusów perfekcyjny układ „dwóch ciał” – wzór pary i przyjaciół, wnoszących dobre fluidy, emanujących humorem, spokojem i otwartością. Wielokrotne wystąpienia Danuty na Sympozjum, ale także jej wykłady przygotowywane na Zjazdy Fizyków Polskich oraz sesje Komisji Układów Złożonych PAU poświęcone były strategii modelowania agentowego w zastosowaniu do badania zjawisk biologicznych, fraktalnej analizie szeregów czasowych i sygnałów fizjologicznych.

Ze szczególnym zainteresowaniem Danka współpracowała z grupą lekarzy i fizyków medycznych analizujących sygnały biomedyczne pochodzące z zapisów EKG, skupiając się na porównawczej statystyce zmienności rytmu serca u osób zdrowych i chorych. Jak podkreślała w swoich pracach, rytm skurczów serca jest rezultatem wzajemnych oddziaływań niezliczonych jednostek strukturalnych oraz regulacyjnych pętli sprzężeń zwrotnych, które funkcjonując w różnorodnych skalach czasowych i przestrzennych umożliwiają organizmowi sprawną reakcję na zmieniające się bodźce. Ta nieustanna zmienność sekwencji sygnałów powoduje trudność w wyznaczeniu odpowiednich, miarodajnych deskryptorów własności badanych szeregów fizjologicznych. Stanowiła wyzwanie, do którego Danka zaprzęgała cały arsenał miar złożoności starając się ujawnić specy-



fikę dynamiki skurczów serca i powiązać ją z wykryciem stanów patologicznych.

Jej współpraca z zespołami krajowymi i zagranicznymi zajmującymi się podobnymi zagadnieniami skupiała uwagę środowisk medycznych, z biegiem czasu przynosząc wiele obiecujących wyników opublikowanych i dyskutowanych w renomowanych czasopismach naukowych.

W 2009 roku Danuta Makowiec i Anna Lawniczak z University Guelph w Kanadzie zdecydowały się zorganizować w Gdańsku Summer Solstice Conference poświęconą teorii i numerycznemu modelowaniu układów złożonych. Pomysł okazał się trafiony; w kolejnych latach pod egidą obu pań kilkanaście konferencji tego typu odbyło się w Ameryce Północnej i wielu krajach Europy, przyciągając badaczy zainteresowanych dziedziną i rozwijanymi technikami.

W latach 2012-2015 Danuta zaangażowana była w projekt Centrum Zastosowań Matematyki na Politechnice Gdańskiej. Jako rozpoznawalny ekspert w zakresie metod matematycznych i fizyki statystycznej powołana została do Rady Naukowej Centrum inicjując i współorganizując serię warsztatów oraz konferencji szkoleniowych poświęconych zastosowaniom narzędzi matematycznych w ekonomii, gospodarce i medycynie.

Przywiązywała wielką wagę do nauczania przez molarne budowanie wiedzy własnej, stałą konfrontację nowych pomysłów i zastosowań metod informatycznych

przy zachowaniu rygoru matematyki i logicznego wnioskowania.

Danka była nieprawdopodobna w swoim spokoju, oddaniu pasji naukowej i uporze walki. Mimo ciężkiej, wyniszczającej choroby postępującej od 2021 roku potrafiła budzić nadzieję w sobie i u innych, nie rezygnowała z prowadzenia zajęć dydaktycznych na uczelni ani z aktywności badawczej. Przyjmowała zaproszenia do wygłoszenia wykładów na seminariach Centrum Badania Układów Złożonych im. M. Kaca, posiedzeniach Komisji Układów Złożonych w Polskiej Akademii Umiejętności, konferencjach krajowych i zagranicznych. Nie zwalniała tempa, nie szczędziła czasu swoim podopiecznym doktorantom, nie odmawiała przygotowania ocen eksperckich. I stale pracowała nad rozwijanymi przez siebie projektami. Udzielały się nam jej entuzjazm, niestrudzony zapał i serdeczność, z jaką traktowała ludzi.

Dla wielu z nas pozostanie w pamięci jako wzór naukowca i nauczyciela akademickiego, przykład pasjonatki fizyki i wspaniałego Przyjaciela.

Do zobaczenia Danusiu na drugim brzegu!

*Ewa Gudowska-Nowak*  
(Instytut Fizyki im. M. Smoluchowskiego, WFAiIS, UJ,  
Małopolskie Centrum Biotechnologii, UJ)  
ewa.gudowska-nowak@uj.edu.pl



Danuta i Marek Makowiec na szczycie Świnicy podczas Sympozjum Smoluchowskiego w 2000 roku (fot. Marek Makowiec)