

O MOICH PRZYGODACH Z MECHANIKĄ STOCHASTYCZNĄ

K. Sobczyk

Institut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa, Polska



przeszłości są łatwiejsze.

Kiedy człowiek przekracza 70 lat swojego życia to nawet gdyby nie uważał tego faktu za coś nadzwyczajnego, pewne myśli o charakterze retrospektywnym w sposób naturalny przychodzą mu do głowy. Są one stymulowane przez prostą obserwację, iż świat wokół nas zmienił się ogromnie w porównaniu z naszymi doświadczeniami pięćdziesiąt czy nawet dwadzieścia lat temu. W wymiarze profesjonalnym kończy się czas naszego formalnego zatrudnienia i musimy się przyzwyczaić do nowej roli w społeczeństwie – symbolizowanej przez nowy „tytuł”: emeritus. Na tym etapie życia jest mało prawdopodobne, że ktoś będzie zachęcał nas do podjęcia nowych wyzwań, gdyż młodszy – niejako z natury rzeczy – powinni mieć większe możliwości. Należy więc „rozglądać się” za innymi i raczej łatwiejszymi zajęciami. Bez żadnych wątpliwości, refleksje o

W tym krótkim eseju pragnę podzielić się z Czytelnikiem o tym jak to się stało, że związałem moje życie ze stochastyką, a dokładniej – z mechaniką stochastyczną. Chciałbym też wspomnieć o pewnych „wydarzeniach” związanych z moją pracą naukową, które przyniosły mi szczególną satysfakcję.

Kiedy w 1960 roku ukończyłem Wydział Matematyczno-Fizyczny na Uniwersytecie Warszawskim (otrzymując stopień magistra matematyki) zacząłem pracować w Instytucie Energetyki w Warszawie. Jednakże, już po kilku miesiącach pracy wyczuwałem, iż nie jest to miejsce, które może dostarczać mi wystarczającą satysfakcję. Byłem więc zainteresowany znalezieniem innego, właściwego miejsca dla mojego rozwoju zawodowego. I wtedy, pewnego dnia na wiosnę roku 1961 zadzwonił do mnie kolega ze studiów mówiąc, że Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (a dokładniej: profesor S. Kaliski – pracujący wtedy w zakresie dynamicznej teorii sprężystości i w dziedzinach pokrewnych) jest zainteresowany przyjęciem „świeżych” magistrów na studia doktoranckie. Ta wiadomość bardzo mnie zainteresowała. Po kilku miesiącach (od 1-go lipca 1961 r.) zostałem doktorantem w tym znanym instytucie badawczym (z którym pozostałem związany do dnia dzisiejszego).

W pierwszych kilku miesiącach studiów doktoranckich moje główne zadanie polegało na studiowaniu wybranych działów fizyki, mechaniki, a także matematyki, które miały być potrzebne dla przyszłej pracy badawczej. Pewnego dnia (prawdopodobnie – wiosną 1962 r.) profesor Kaliski w krótkiej rozmowie ze mną (był On człowiekiem zajęтым i dość formalnym) powiedział mniej-więcej tak: „przyszedł chyba właściwy czas, aby Pan zaczął pracować nad jakimś konkretnym problemem, co prowadziłoby do doktoratu; w tym instytucie nikt nie pracuje w zastosowaniach stochastycznych (tj. w modelowaniu i analizie rzeczywistych zjawisk losowych), ale jest to kierunek bardzo ważny i „przyszłościowy”. I dalej kontynuował: „ mam dla Pana następujący problem: niech sobie Pan wyobrazi, że fala sprężysta pada na powierzchnię z losowymi nierównościami (chropowatościami), która to powierzchnia rozdziela dwie różne półprzestrzenie sprężyste. Ponieważ powierzchnia jest chropowata, fala będzie ulegać rozproszeniu, ale falowe pole rozproszone będzie losowe (bo nierówności są rozłożone losowo). Tak więc, Pana zadanie polega

na rozwiązaniu problemu rozpraszania fali sprężystej na powierzchni geometrycznie losowej. Później powinien Pan pomyśleć o rozpraszaniu powierzchniowej fali Rayleigh'a na powierzchni losowej będącej granicą półprzestrzeni sprężystej”.

Na tyle ile dziś mogę sobie przypomnieć, rozmowa ta była najprawdopodobniej – jedną z najbardziej stresujących rozmów w moim życiu i ... perspektywą ciężkiej pracy w nadchodzącym czasie (!). Nawet najprostsze pytania jakie stawałem sobie po tej „rozmowie” w pierwszych tygodniach i miesiącach 1962 roku były straszne; na przykład: co oznacza „powierzchnia losowa”? jak należy rozumieć losowość rozproszonego pola falowego? Postawiony problem oznacza, iż – matematycznie rzecz ujmując – mam losowy/stochastyczny problem brzegowy dla równań teorii sprężystości; jak sformułować poprawnie taki problem? Dodatkowo, nie było wokół mnie nikogo, z kim mógłbym przedyskutować moje pytania, a także ... dzielić się moimi frustracjami. Tym niemniej, bez wątpienia problem postawiony przez profesora Kaliskiego był nie tylko dla mnie wyzwaniem, ale był także atrakcyjny naukowo i ważny w zastosowaniach. Był to początek mojej drogi do mechaniki stochastycznej!

Czytelnik tego eseju może łatwo wyobrazić sobie, że moja praca nad problemem doktorskim wymagała wiele wysiłku. Był to także dla mnie czas wytrwałego studiowania różnych problemów dotyczących propagacji i rozpraszania fal w radiofizyce, geofizyce i akustyce. Poszukiwanie analogii było zawsze siłą nauki. W połowie roku 1965 moja praca doktorska była na ukończeniu, a jej publiczna obrona odbyła się w maju 1966 roku. Przyszedł czas przyjemnego odprężenia i satysfakcji; tym bardziej, że mniej więcej w tym samym czasie (sierpień 1965) spotkałem osobę, która rok później została moją żoną. Tak więc życie moje weszło w nowy, interesujący i szczęśliwy okres trwający do dnia dzisiejszego.

Praca badawcza nad doktoratem wprowadziła mnie w szerszy krąg problemów badawczych, mianowicie w zagadnienia propagacji fal stochastycznych, które pozostawały głównym przedmiotem mojego zainteresowania do wczesnych lat osiemdziesiątych. Badania te dotyczyły propagacji fal w ośrodkach stochastycznych. Zjawiska falowe w takich ośrodkach są matematycznie opisywane przez równania różniczkowe cząstkowe z losowymi współczynnikami; mogą też być charakteryzowane w inny sposób, jeżeli ośrodek przenoszący ruch falowy jest mieszaniną/kompozycją ośrodka macierzystego i losowo rozłożonych inkluzji (te problemy były przedmiotem mojej habilitacji w 1974 roku; główne rezultaty zostały opublikowane w Acta Mechanica, 1976 r.). Ważnym „wydarzeniem” w moim życiu związanym z tym nurtem badań było moje stypendium badawcze w USA w roku akademickim 1970/71, a nade wszystko mój pobyt w Instytucie Matematycznym im. Couranta Uniwersytetu Nowojorskiego. Było czymś bardzo interesującym i ekscytującym mieszkać w Nowym Jorku i pracować w tym doskonałym instytucie matematycznym w otoczeniu wielu sławnych uczonych, takich jak m.in.: sam R. Courant, M.D. Donsker, K. Friedrichs, P. Lax i J.B. Keller – który w latach sześćdziesiątych publikował najlepsze prace na temat propagacji fal w ośrodkach stochastycznych.

Na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych (XX wieku) coraz częściej odczuwałem, że propagacja fal stochastycznych nie jest jedynym polem moich zainteresowań naukowych. Myślałem też, że byłoby pożyteczne zbliżenie moich badań do głównego nurtu badań w Instytucie (którym była mechanika materiałów i konstrukcji). Tak się złożyło, że w jakimś stopniu byłem już przygotowany do takiej zmiany. Rok akademicki 1975/76 spędziłem bowiem jako Talbot-Crosbie Research Fellow na Wydziale Mechanicznym Uniwersytetu w Glasgow pracując z Prof. J.D. Robsonem i Dr. D.B. Macvean'em nad zagadnieniem drgań losowych pojazdów drogowych poruszających się ze zmienną prędkością. Dziedzina drgań losowych/stochastycznych odpowiadała dobrze moim zainteresowaniom stochastycznymi równaniami różniczkowymi, podczas gdy różne efekty degradacji elementów konstrukcji na skutek drgań, np. zniszczenie zmęczeniowe, były ważne dla różnych zastosowań.

Myślę, że powinienem w tym miejscu dodać, iż jednocześnie z chęcią zmiany moich zainteresowań obawiałem się „utruty” mojej wiedzy i doświadczenia badawczego w zakresie propagacji fal. Około 1980 r. postanowiłem więc napisać książkę, która sumowałaby moje i inne rezultaty badawcze dotyczące fal stochastycznych. Książka taka została opublikowana w języku polskim w 1982 r. („Fale stochastyczne, PWN, Warszawa), zaś jej rozszerzona wersja anglojęzyczna „Stochastic Wave Propagation” została wydana przez Elsevier w 1985 r. Praca nad tą książką dostarczyła mi dużo intelektualnej satysfakcji i w jakimś stopniu, uczyniła moje nazwisko rozpoznawalnym.

Tak więc począwszy od wczesnych lat osiemdziesiątych moje zainteresowania badawcze koncentrowały się niemal całkowicie na nowej dziedzinie: dynamice stochastycznej układów technicznych i stochastycznej analizie zniszczenia zmęczeniowego materiałów. Ta dziedzina – będąca nową i atrakcyjną w owym czasie pozostaje ciągle żywym i ważnym obiektem dociekań naukowych ze względu na jej doniosłe znaczenie aplikacyjne. Moja praca w tej problematyce w ostatnim długim okresie czasu przyniosła mi przyjemność i dużą satysfakcję; pozwalała mi też w pełni uczestniczyć w międzynarodowej współpracy badawczej.

Nie jest moją intencją opisywanie tutaj wszystkich moich wielce ekscytujących powiązań naukowych z różnymi instytucjami badawczymi i z wieloma zaprzyjaźnionymi uczonymi z różnych krajów. Wyczuwam jednakże, że powinienem zrobić pewne wyjątki.

Chcę wspomnieć mój 3-miesięczny pobyt w Danii w 1985 roku – w charakterze profesora wizytującego w Duńskim Uniwersytecie Technicznym (Lyngby k/Kopenhagi) na zaproszenie prof. Ove Ditlevsen’a, wybitnego specjalisty w zakresie niezawodności konstrukcji i mechaniki stochastycznej. Z przyjemnością wspominam wspólną pracę badawczą z Ove, wykłady na temat stochastycznych równań różniczkowych dla zastosowań oraz jednocześnie pisanie „skryptu” (ang. Lecture notes), który został szybko i pięknie wydany przez wymieniony wyżej Uniwersytet. Jego zmodyfikowana i rozszerzona wersja przyjęła później formę książki: Sobczyk K., „Stochastic Differential Equations with Applications to Physics and Engineering”, Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, 1991.

Drugie ważne „wydarzenie” w mojej współpracy międzynarodowej to moja wieloletnia i bardzo efektywna współpraca z Prof. Billie F. Spencer’em – Uniwersytet Notre Dame (Indiana, USA). Ta naukowa przygoda rozpoczęła się w 1990 roku kiedy ten Uniwersytet zaoferował mi specjalne stanowisko profesora wizytującego (the Endowed Melchor Visiting Professorship) na rok 1990/91. Po kilku latach podobne stanowisko (the Endowed Massman Professor in Engineering) otrzymałem na rok 1987/88. W międzyczasie (1993-97) razem z Bill’em realizowaliśmy wspólne badania (dotyczące stochastycznej analizy zniszczenia zmęczeniowego) w ramach wspólnego (USA – Polska) projektu badawczego im. Marii Skłodowskiej-Curie. Ta dekada współpracy zaowocowała kilkoma pracami w periodykach międzynarodowych i dwiema książkami: Sobczyk K., Spencer B.F., „Random Fatigue: from Data to Theory”, Academic Press, Boston 1992; Sobczyk K., Kirkner D.B., „Stochastic Modelling of Microstructures”, Birkhauser, Boston, 2002. Współpraca ta była dla mnie autentycznie wielkim doświadczeniem zarówno w sferze organizacji i prowadzenia badań jak i w sferze szeroko rozumianej kultury i relacji międzyludzkich. I wreszcie, gdy mówię o związkach z nauką amerykańską, powinienem wspomnieć moje bliskie relacje z profesorem Y.K. Lin’em – wybitnym specjalistą w dynamice stochastycznej, prowadzącym od połowy lat osiemdziesiątych Centrum Badań Stochastycznych (ang. Stochastic Research Center) w Uniwersytecie o pełniej amerykańskiej nazwie: Florida Atlantic University (Boca Raton). Ci, którzy znają prof. Lin’a, wysoko cenią Jego wielką kulturę i uczciwość w pracy badawczej. Moje pobyty w Boca Raton jako profesor wizytujący (w 1988 r. oraz w 2004 r.) i dyskusje z prof. Lin’em wspominam dzisiaj z prawdziwą przyjemnością.

Drugim nurtem moich związków z badaniami prowadzonymi w różnych ośrodkach na świecie były konferencje naukowe. Wygłaszane przez mnie referaty (a często także udział w komitetach naukowych) dawało mi poczucie jedności nauki – niezależnie od różnic w ludzkich doświadczeniach. Wymienię tutaj konferencje, uczestnictwo w których miało dla mojego życia naukowego istotne znaczenie. Oto one: spotkanie (workshop) w Lyngby (1982) organizowane przez prof. Ove Ditlevsen'a, Weibull Memoriam – IUTAM Symposium w Sztokholmie (1984) organizowane przez profesorów: S. Eggwertz'a i N.C. Lind'a, sympozja IUTAM-owskie nt. Dynamiki Stochastycznej: w Igls/Innsbruck (1987) organizowane przez profesorów G. Schueller'a i F. Ziegler'a, w Turynie (1991) organizowane przez profesorów N. Bellomo i F. Casciati'ego oraz w Trondheim (1995) organizowane przez profesorów A. Naess'a i S. Krenk'a; konferencje poświęcone „obliczeniowej” mechanice stochastycznej organizowanej w Grecji przez profesora P. Spanos'a (z Rice University w Teksasie) – w Atenach (1994), Santorini (1998), Corfu (2002); konferencje w USA: w Blackburg – Virginia (1988) organizowana przez profesorów R.A. Heller'a i M.P. Singh'a, w Denver – Colorado (1992) organizowane przez profesorów R.B. Corotis'a i Y.K. Lin'a, w Worcester – Massachusetts (1996) organizowane przez profesora M.N. Noori'ego, w Notre Dame – Indiana (1998) organizowane przez profesorów B.F. Spencer'a i E.A. Johnson'a i wreszcie – konferencja nt. Mechaniki nieliniowej i dynamiki stochastycznej w Waterloo – Kanada (1993) organizowana przez profesorów: W. Kliemann'a i S. Namachchivaya.

Dziedzina mojej pracy badawczej – Dynamika stochastyczna układów technicznych była też przedmiotem, który miałem zaszczyt prezentować w moim wysoko prestiżowym referacie plenarnym (na zaproszenie Komitetu Organizacyjnego) na XXI-ym Światowym Kongresie IUTAM (Intern. Union of Theoretical and Applied Mechanics), Warszawa, 2004 (organizatorzy – profesorowie: W. Gutkowski i T. Kowalewski).

Jednakże, tym co było wyjątkowo wspaniałe w tym długim czasie mojej pracy badawczej i międzynarodowej współpracy było moje silne odczucie, że międzynarodowa społeczność badaczy w mechanice stochastycznej tworzy unikatową grupę przyjaciół. Dzisiaj jest mi bardzo miło, że wielu z tych przyjaciół jest tutaj w Warszawie – uczestnicząc w naszej specjalnej konferencji międzynarodowej nt. „Stochastic Methods in Mechanics: Status and Challenges” – Warszawa, 28 – 30 września 2009 r.