Tadeusz Luty

Złożoność i prostota
(Wybór myśli[15])

Przez długie lata uświadamiałem sobie, że moja droga naukowa to z jednej strony ciągłe poszukiwanie różnorodności, a z drugiej potrzeba prostych rozwiązań. Łatwiej mi używać określenia różnorodność niż złożoność, pozwala ono bowiem patrzeć na moje zmagania z nauką poprzez dylemat, po której stronie jestem szczęśliwszy: gdy obserwuję różnorodność, czy kiedy potrafię tę różnorodność sprowadzić do prostego opisu. Jestem fizykochemikiem, to nauka z pogranicza chemii i fizyki. Fizykochemik musi decydować czy stoi po stronie chemii, czyli w świecie różnorodności, czy po stronie fizyki. Złożoność materii to raj dla chemika, to jego naturalne środowisko badawcze, ponieważ chemik naturalnie poszukuje różnorodności; syntezuje i tworzy nowy byt, który różnorodność materii powiększa. Fizyk pracuje inaczej, jest szczęśliwszy, gdy w jego opisie różnorodność materii istotna dla chemika znika lub jest zaniedbywalna. Przykład ze szkoły: fizycy wyprowadzili równanie opisujące zachowanie gazów doskonałych. Wszystko jedno, czy to azot, tlen czy inny gaz – równanie jest uniwersalne. Chemik natomiast zawsze rozróżnia czy to azot, tlen, czy gaz szlachetny. Poszukiwanie fizycznych sposobów opisu różnorodności chemicznych jest domeną fizykochemika.

Przez lata nie byłem pewny, po której stronie jest moje miejsce, lecz z rozmysłem dążyłem w stronę fizyki, ponieważ to fizyka tworzy bardziej uniwersalny opis Natury, zmierza do prostoty lub nietrywialnych uproszczeń. Zajmując się teorią przejść fazowych, zainteresowałem się modelami jako formą unifikacji. Z tej atrakcyjnej metody korzystają współcześnie nawet nauki społeczne, sięgając po modele stworzone w fizyce. Bankowcy poszukują ludzi, którzy potrafią analizować modele wymyślone w celach opisu zjawisk czysto przyrodniczych. Pociąga mnie prostota unifikacja, która moim zdaniem jest przyszłością nauki. Biolog słusznie zwróciłby uwagę, że życie, które sobie cenimy istnieje dzięki fenomenalnej bioróżnorodności. Moje zainteresowania i wykształcenie nie sięgały biologii, ale wyczuwałem związki pomiędzy chemią, fizyką i ich potencjalne znaczenie dla biologii.

---

[15] Myśli zaczerpnięto z wywiadu udzielonego przez Rektora Politechniki Wrocławskiej (2002–2008) przedstawicielom wrocławskiej Akademii Młodych Uczonych i Artystów w roku 2014. Wybór i redakcja: L.K.

Jako usprawiedliwienie prób uprawiania nauki w sferach, gdzie sięgałem niekompetencji, niech posłuży myśl z książki popularnej za moich studenckich lat i wczesnej asystentury: *Jak zrobić karierę*[16]. Jej autor zauważył, że w karierze zawodowej często zmierzamy w stronę niekompetencji. To spostrzeżenie potwierdza obserwacja życiowych dróg kolegów z wielu uniwersytetów i różnych dyscyplin naukowych: chemik chciałby być fizykiem, fizyk – matematykiem, a matematycy naturalnie zmierzają w stronę filozofii.

* * *

Znakomity fizyk P.W. Anderson napisał 42 lata temu artykuł *More is Different*[17] i przedstawił diagram, z którego można wnosić, jak elementarne obiekty dyscypliny X podlegają prawom dyscypliny Y. Dalej, z tej dyscypliny Y obiekty podlegają prawom kolejnej i utworzą łańcuszek, który wskaże, że np. z chemii wyrasta biologia molekularna, z biologii molekularnej – biologia komórki, ale potem z fizjologii psychologia, z psychologii nauki społeczne. Nauka rozwija się w stronę poszukiwania coraz bardziej uniwersalnych praw. Wśród fizyków od dawna panuje podział badań na ekstensywne i intensywne; badania intensywne to poszukiwania praw podstawowych, a ekstensywne to tłumaczenie zjawisk poprzez istniejące już prawa.

Złożoność i prostota to na pozór przeciwieństwa, które nadają napęd naukowym badaniom; od prostoty ludzie często dochodzą do spraw złożonych i odwrotnie. W naszych naukach szczegółowych, dobrze rozumianą prawidłowością jest obserwacja, że obiekt, zbudowany z drobniejszych elementów, nie wykazuje pod żadnym względem właściwości pojedynczych obiektów. Posługujemy się terminem *emergent fenomena*[18], stało się ono oczywiste dopiero od kiedy zwrócono uwagę na złożoność układów, że na każdym etapie czy skali zjawiska (również w sensie czasu), tworzenia większego obiektu mamy do czynienia z zupełnie innymi zjawiskami.

W naukach społecznych zjawisko jest dobrze znane. Wyobrażam sobie, nie wiedząc nic o socjologii czy w ogóle o zjawiskach społecznych, że znając cechy pojedynczego człowieka, nie jestem w stanie przewidzieć, jak się zachowa tłum, bo na etapie jego tworzenia odgrywa rolę mechanizm komunikowania się. Fizycy mówią o oddziaływaniu ciał; cząstki tworzące układy komunikują się ze sobą i nie jesteśmy często w stanie przewidzieć rezultatu ich oddziaływania. Najbardziej fascynujące w naukach fizycznych to śledzenie prawidłowości poprzez używanie elementarnych praw, a rezultat nie jest przewidywalny z góry. Na każdym poziomie budowy bardziej skomplikowanego układu, nawet jeśli to jest tylko maleńka cząsteczka, zjawisko jest inne. Poszukując odniesienia do prostoty i złożoności, powiedziałbym, że naturalną

[16] C.N. Parkinson, *Prawo Parkinsona*, Książka i Wiedza, 1971.
[17] P.W. Anderson, Science (1972), **177**, s. 393–396.
[18] B.C. Gibbs, Nature Chem. (2011), **3**, s. 3–4.

tendencją człowieka jest poszukiwanie prostoty, ale lubimy złożoność, może chaos? Prostoty szukamy, kiedy próbujemy coś opisać, zrozumieć, ale jeśli nie mamy ambicji, by świat opisywać, uwielbiamy różnorodność, złożoność.

* * *

Myślę, że w naukach przyrodniczych byłoby dość trudno wysnuć analogię do spostrzeżeń, które są całkiem słuszne dla sztuki. Kiedy obcuję ze sztuką to ważne, że jest pewna przestrzeń na moją własną interpretację, podczas gdy w nauce takiej przestrzeni nie znajdujemy wiele, jesteśmy poddani rygorom, prawom, swoistym dogmatom. Językiem opisu przyrody czy nauk przyrodniczych jest matematyka. Matematyka jest nauką rygorystyczną (niekiedy nazywaną metodologią), ma kanony podobnie jak w muzyce klasycznej. Bywa niekiedy praca, która próbuje opisywać jakąś ładną koncepcję, intuicyjnie do zaakceptowania bo siedzimy nad tym od lat, czujemy to, ale brakuje nam dowodu, nawet niekoniecznie matematycznego, ale dowodu opierającego się na fundamentalnych prawach. Takiej pracy nikt w szanującym się piśmie przyrodniczym nie opublikuje, taki jest zwyczaj i kanon tego środowiska. Uważam to za niezbyt słuszne, bo w intuicji jest wiele wartości poznawczych, ale jednocześnie, gdyby otworzyć wentyl na twórczość, która pozostawia naukę przyrodniczą, może ścisłą, intuicji albo tylko intuicji, to szybko byśmy doszli do czegoś, co byłoby niewątpliwie pseudonauką. Z drugiej strony, niepublikowanie prac, które dotykają naszej intuicji jest też niewątpliwie zabijaniem tej intuicji, bo nie stymuluje twórczości.

* * *

Mam wrażenie, że widać coraz większe zbliżenie pomiędzy naukami z pozoru bardzo różnymi. Przykład, niezbyt odkrywczy: pewne koncepcje z termodynamiki są analogiczne do zasad ekonomii i są stosowane w ekonomii. Jeżeli więc popatrzeć na pewne aspekty ekonomii i fizyki przez warsztat, modele czy teorie matematyczne, to można by powiedzieć, że nie ma różnicy, czy opisujemy zjawiska, które się odbywają w kotle, reaktorze, czy... na giełdzie (!). W naukach społecznych coraz częściej używa się (chce się stosować?) modeli matematycznych rodem z fizyki teoretycznej.

* * *

W fizyce i fizykochemii rozróżnia się układy doskonałe, idealne i rzeczywiste. Najprostsze modele dotyczą układów doskonałych choć wiemy, że układów dosko-

nałych nie ma, ale analiza służy do określenia granic opisu zjawiska. W idealnych uwzględniamy odrobinę rzeczywistości. O zbiorowisku ludzi powiedziałbym, że to układ idealny, gdy tłum jest rozrzedzony, ponieważ ludzie się z trudem komunikują. Doskonałym układem byłby zbiór rozproszonych ludzi (jeden człowiek na kilometrze kwadratowym). Wtedy możemy przewidywać, że taki układ będzie się zachowywał jak zbiór indywiduów. W układzie rzeczywistym, nic nie możemy z góry powiedzieć ilościowo, ale możemy przewidywać, że komunikacja między ludźmi (oddziaływanie), którą przedtem zaniedbaliśmy, zacznie teraz odgrywać rolę.

Myślę, że w socjologii czy w naukach społecznych też istnieją modele przybliżające realne sytuacje. Dotykamy ważnego problemu, na ile nauka powinna odpowiadać na pytania ilościowo, a na ile oczekuje się od niej jedynie jakościowego opisu. Na ilościową odpowiedź wpływa niezliczona liczba czynników (przykład: pogoda), których nie jesteśmy w stanie, w sposób odpowiedzialny uwzględnić.

Wspomnę przy tej okazji o jednej bardzo ważnej sprawie, nie jest to zupełnie na temat, ale jest ważna. Od dwóch lat zasiadam w gronie międzynarodowym, *Global Science Forum*, na którym dyskutowano temat odpowiedzialności wobec polityków za ekspertyzy uczonych. Kwestię podnieśli na tym forum uczeni włoscy, w wyniku sprawy związanej z trzęsieniem ziemi w L'Aquilli (region Abbruzzo, Włochy) w październiku 2012 roku. Sejsmologów poproszono o opinię dla władz włoskich, czy należy się spodziewać następnych wstrząsów. Jeden z nich wyraził się na tyle precyzyjnie, że jego zdanie odebrano jako uspokojenie społeczności lokalnej, a za 2 dni nastąpił bardzo silny wstrząs wtórny. Władze podały tych uczonych do sądu, proces toczył się 2 lata, zostali skazani, a po odwołaniu uniewinnieni z wyjątkiem jednego, skazanego na kilka lat więzienia. Zauważono problem: do jakiego stopnia opinia naukowa jest opinią jednoznaczną, pewną. Żadna opinia nie może być tak traktowana, bo badania naukowe na tym polegają, że można przewidzieć rezultat z pewnym prawdopodobieństwem. Ludzie, którzy odbierają wyniki badań naukowych jako jednoznaczne, popełniają błąd.

Jeżeli byśmy zmierzali z nauką i wysoce niedoskonałą istotą ludzką do ilościowych odpowiedzi na jakikolwiek problem, to byłby to koniec poszukiwania prawdy.

* * *

Myślę, że przestrzeń pomiędzy różnymi dyscyplinami w obrębie nauki jest jeszcze stale niewypełniona, a jeszcze więcej tej przestrzeni jest do wypełnienia pomiędzy nauką i sztuką. Wierzę, że kiedy zacznie się jakieś zbliżanie warsztatowe, to rozumienie wzajemne będzie większe.

Zacznę od prostego, może naiwnego nawet, rozumienia przenikania się sztuki i nauki. Kiedy byłem rektorem politechniki, miałem taką *idee fix*, niestety niezrealizowaną. Moda na przedsiębiorczość, która już wtedy się zaczęła, wydawała mi się

pełna nieporozumień. Jak można człowieka posadzić w ławce i powiedzieć: ja cię nauczę przedsiębiorczości (tak polskie uczelnie to robiły i do pewnego stopnia i dziś tak uczą). Czując, że każdy inżynier musi być przedsiębiorczy, skojarzyłem to z kreatywnością. Chciałem każdego studenta Politechniki wysłać na semestr do ASP i prosić, by ich nauczono jak zapełnić przestrzeń na płótnie. Wydawało się, że wykonanie zadania „wypełnij przestrzeń", dostarczy wskazówki czy w umyśle studenta jest odrobina kreatywności, czy myśli w sposób złożony, czy bardzo prosty.

W 1972 roku jako trzydziestoletni człowiek po habilitacji, uczestniczyłem w kongresie krystalografów w Amsterdamie, choć nigdy krystalografią intensywnie się nie zajmowałem, sięgając do niej jako użytecznej dziedziny pokrewnej. Na kongresie dowiedziałem się, że krystalografowie „odkryli" prace holenderskiego artysty grafika Eschera. Więc kupiłem trzy plakaty Eschera z charakterystycznymi dla jego twórczości symetriami. Co jest wspaniałe w twórczości Eschera? To symetria! Piękna symetria na rozmaitym poziomie. Jego obrazy to np. „Dzień i noc" – ewolucja nieba z ptakami, które przechodzą w ryby i w kratownice pooranej ziemi. Lub słynny obraz „Metamorfozy". To grafiki na tyle geometryczne, na tyle symetryczne, że w zasadzie mógłby je stworzyć inżynier, są niesłychanie inspirujące dla inżyniera. Inspirujące właśnie przez symetrię, nawet chiralną, którą Escher tam wykazuje. Wielu krystalografów jest zainspirowanych twórczością Eschera, ponieważ krystalograf opiera swe dociekania właśnie na symetrii.

Niektórzy nawet uważają, że to fizyka jest nauką o symetrii, bo symetrię w fizyce rozumie się znacznie szerzej. Już dyskusja na temat symetrii pomiędzy artystą a uczonym, moim zdaniem wypełnia pewną przestrzeń, która dla ludzi chcących wyjść w stronę swoich niekompetencji jest bardzo zachęcająca. Pytanie czy symetria daje piękno? Są na ten temat różne wypowiedzi i uważa się, że dopiero charakterystyczna asymetria daje poczucie piękna.

Na razie mówię o tym, co mogą dać artyści nauce, ale wydaje się, że nauka też może dać bardzo wiele artystom. Choćby to, że pobudzać ich może mikroświat. Wizualizacja tego, co istnieje wyłącznie na papierze lub w formule matematycznej, to jedno z najtrudniejszych wyzwań, dziś najbardziej potrzebne. Jakże łatwiej człowiek przyswajałby fizykę jądrową, gdyby mu ją pokazywano za pomocą pięknych rysunków. Doskonała jest książka biograficzna o Richardzie Feynmanie, znanym fizyku, jednym z najlepszych fizyków XX wieku[19]. Feynman spędził trzy miesiące w departamencie biologii na Uniwersytecie Kalifornijskim, bo chciał poznać metody badawcze biologów. Jak zwykle ekstrawagancki, dokonywał różnych eksperymentów, nawet próbując poznać do jakiego stopnia człowiek swoim powonieniem, nosem, może się posługiwać jako metodą poznawczą. Gdy wrócił do kolegów fizyków ci go pytają, jakie wrażenia, czego się nauczył. Feynman odpowiada: było ciekawie, ale cały czas

[19] R. Leighton, R. Feynman, *Surely You're Joking, Mr Feynman: Advantures of a Curious Character*, ed. E. Hutchings, W.W. Norton (USA), 1985.

się zastanawiałem i tego nie rozumiem, po co się oni tego uczą skoro to widać? I to jest esencjonalne skwitowanie tej różnicy. Fizyk widzi przez wzór, przez układ, prawo. Nie musi dotykać.

* * *

[komunikacja, język w nauce] to bardzo ciekawy problem. Pierwsze skojarzenie, jakie mi się nasuwa: w dociekaniach i dyskusjach naukowych z kolegami towarzyszyła mi myśl, czy to, co chcemy widzieć jako twór mikroskopowy, którego nie odczuwam zmysłami, czy on istnieje tylko dzięki temu, że ja go nazwałem? Czy też nazywam go dlatego, żeby się porozumieć z kolegą? Natura przecież nie dba o to, czy będzie nazwana czy nie będzie. Towarzyszyła mi ta myśl często dlatego, że jest niewiele obiektów szczególnie w świecie mikro, które poznaliśmy naszymi zmysłami. To, co się określa jako poznane, jest poznawane nie wprost, np. badanie struktury kryształu na podstawie rozproszeń promieniowania i jego analizę. To nie jest poznanie, jakiego chciałby Kartezjusz. Do takiego poznania zbliżamy się poprzez wyrafinowane techniki i na razie musimy zadowolić się, że język i nazwa jest swoistym dowodem na istnienie.

* * *

Terminologia, jeśli rozumieć przez to język, jest wtórna (matematyka też jest formą języka). Najpierw musi być coś, co powstaje w naszej wyobraźni i do czego poszukujemy narzędzia obserwacji, opisu. Gdybym się zgodził, że mam narzędzie i szukam teraz czegoś, żeby tym narzędziem opisać, to kłóciłoby się z moim poczuciem logiki w nauce czy logicznego postępowania. Są ludzie oraz fragmenty nauki, gdzie buduje się cudowne narzędzie, a potem poszukuje okazji by je zastosować. Widziałbym wyższość budowania nauki poprzez intuicję, do której potrzeba zbudować aparat językowy, poznawczy, żeby to zrozumieć, pojąć wytłumaczyć, przedstawić komuś. W terminologii jest chyba jedna sprawa poważna. To zwykłe komunikowanie się między uczonymi i społeczeństwem. To trudna rzecz, języki naukowe robią się hermetyczne, bo formalizm matematyczny (jeśli to język), staje się coraz bardziej skomplikowany, słownictwo jest bardziej wyrafinowane i zamknięte. I jak to przekazać na zewnątrz?

* * *

Jest faktem, że na całym świecie uczeni narzekają na grantowy system finansowania badań. W zeszłym roku byłem w Japonii, w przeszłości w USA i w in-

nych krajach. Nie spotkałem kolegów z nauk podstawowych (przyrodniczych), którzy byliby zwolennikami systemu finansowania nauki całkowicie poprzez granty. Ten system został wymyślony i jest korzystny dla polityków, czyli ludzi, którzy decydują i wydając pieniądze chcą mieć je rozliczone jak w księgowości. A że polityka i nauka to dwa przeciwstawne bieguny, to oczywiste. Kiedyś w eseju napisanym dla Polskiej Akademii Umiejętności przytaczałem powiedzenie prof. Grabskiego, że z nauką i polityką to jest jak z pijanym gościem, który zaczepił się pod latarnią; latarnia mu nie jest potrzebna do oświetlenia drogi, tylko do podtrzymania... We wszystkich krajach politycy muszą mieć uczonych. Dopóki nie zniszczą autentycznie podstawowego aspektu, tego co jest esencją nauki i esencją uniwersytetów (dosłownie i bez przesady) – poszukiwania prawdy, to da się wytrzymać. Trzeba jasno powiedzieć, że prace badawcze, naginane niekiedy na siłę w stronę aplikacji, nie mają nic wspólnego z poszukiwaniem prawdy. Jest wielkim nadużyciem, jeżeli prace aplikacyjne są finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, które powinno finansować prace poznawcze, podstawowe z powodu tego, co się nazywa po angielsku *curiosity*. Każde społeczeństwo choćby nie wiem jak biedne musi się zdobywać na finansowanie takich prac i dociekanie odpowiedzi na ważne pytania.

Istnieje zasadniczy problem, o którym rzadko dyskutujemy; ponieważ nie słyszałem jasnego wywodu na ten temat, postaram się go tu wypowiedzieć. Badania o charakterze ciekawości odkrywczej powinny być finansowane bez względu na tzw. preferencje, tj. bez narzuconego budżetu lub tematów. Inaczej w zakresie badań stosowanych finansowanych w Polsce przez NCBR. Tu odwrotnie, konieczne jest finansowanie badań służących rozwojowi cywilizacyjnemu poprzez z góry wskazane kierunki prac. W zakresie badań stosowanych powinniśmy finansować jako społeczeństwo tylko to, co jest nam potrzebne i mamy w tym zakresie specjalistów, bo resztę możemy kupić.

Nieszczęście pojawia się wtedy, kiedy te dwa porządki są pomieszane. Jeżeli zachować ich odrębność, to nawet niewielkie nakłady przyniosą efekty, jak się je pomiesza, to pieniędzy nigdy nie będzie dosyć.

* * *

Powinno się zauważyć, w kim drzemią talenty. Jeśli młody człowiek jest tylko pracowity, to można sobie dać spokój. Pracowitość to cenna i ważna cecha, ale w uprawianiu twórczości nie wystarcza. Brak jej tego, co dla nauki ważne, czyli polotu, może nawet pewnej ekstrawagancji, a przede wszystkim niezależności myślenia.

Myśląc o złożoności i prostocie, zmierzałbym do tego, żeby widzieć sprawy w kontekście mądrych uproszczeń, czy mądrych uogólnień. Nie byłbym szczęśliwy,

gdyby moje badania czy mojej grupy zmierzały do mnożenia coraz większej liczby tzw. ciekawych przypadków, których nie umiałbym razem objąć, których bym nie umiał doprowadzić do jakiejś syntezy zjawiska i odkryć jakiej wszystkie podlegają prawidłowości. To się nazywają badania przyczynkowe. Współcześnie jest tendencja, w naukach przyrodniczych, do badań przyczynkowych z powodu fałszywych miar aktywności naukowej. Uczony, który usiądzie nad rozproszonymi rezultatami z zamiarem ich syntezowania i poświęci ogromnie dużo czasu bez gwarancji sukcesu, zrobi kroczek w dobrą stronę, moim zdaniem bardzo wartościową. Lecz nie dostanie za to nagrody, bo nie opublikuje w tym roku żadnej pracy. Mądry szef powinien ośmielać ludzi do takich prac, do syntezowania rezultatów prowadzącego do reguł, praw. Chociaż analizy są równie ważne, byle jedno przy drugim, byle nie czysta przyczynkowość...

* * *

Na mojej drodze naukowej sam doświadczałem złożoności i prostoty, niekompetencji i ambicji. W naukowych zmaganiach zajmowałem się dynamiką i transformacjami materii zbudowanej z cząsteczek. W drodze do „niekompetencji" i poszukiwania uniwersalności, ambicje naukowe poprowadziły mnie w stronę przemian fazowych i reakcji w stanie stałym (detonacja). Posługując się modelami fizyki statystycznej szukałem prawidłowości w zmianach strukturalnych (przemiany fazowe), aby nauczyć się, że symetria w przyrodzie to nie tylko geometryczne aspekty, a przemiany fazowe to prostsze z możliwych transformacje materii, bo zjawiska równowagowe. W taki sposób, jak teraz dostrzegam, w drodze do poszukiwania granic swych kompetencji, zainteresowałem się zjawiskami fotoindukowanych przemian fazowych (transformacji). Zjawiska te obejmują niemal pełny zestaw trudności i wyzwań. Są nierównowagowe, wypełniają definicje *complex and emergent phenomena*, są nieklasyczne w swym mechanizmie i stanowią przykład uogólnionego pojmowania symetrii w fizyce[20]. Dzięki owocnej współpracy z kolegami z Uniwersytetu w Rennes oraz Uniwersytetu i Instytutu Technologicznego w Tokio, którzy byli pionierami w eksperymentach synchrotronowych, poprzez badania zmian strukturalnych w czasie ultraszybkich impulsów świetlnych wykazaliśmy transformowanie materiałów molekularnych, zmieniających właściwości pod wpływem światła (two-

[20] H. Cailleau, T. Luty, S. Koshihara, M. Servol, M. Lorenc, M. Buron-Le Cointe, E. Collet, *PIPT from the beginning to future*, Acta Phys. Polon. A (2012), **121**, s. 297.

rzenie materiału ferroelektrycznego[21], czy przemiany grafitu w diament[22]). W dość pretensjonalnym myśleniu o swojej przygodzie z nauką na pograniczu fizyki i chemii odczuwam spełnienie, że zakończyłem swą drogę „niekompetencji" badaniami nad foto-indukowanymi przejściami fazowymi, które nazwano „**współczesną alchemią**" (transformowanie substancji metodami fizycznymi). I zawsze światło mi towarzyszyło, początkowo służyło do badania własności materii (zaczynałem od spektroskopii), a na koniec jako „narzędzie" transformowania materii.

Rys. 6. Profesorowie Jean Meinnel (Universite Rennes I)
i Józef W. Rohleder (Politechnika Wrocławska
– inicjatorzy programu współpracy polsko-francuskiej
w zakresie fizykochemii materiałów

[21] E. Collet, M.-H. Lemee-Cailleau, M. Buron-Le Cointe, H. Cailleau, S. Techert, M. Wulff, T. Luty, S. Koshihara, M. Mayer, L. Toupet, P. Rabiller, *Light Pulse Induced Ferroelectric Structural Order in an Organic Charge-Transfer Crystal*, Science (2003), **300**, s. 612.

[22] L. Radosinski, K. Nasu, T. Luty, A. Radosz, *Possible Domain-type Collective Dimerization of Graphite Induced by Interlayer Charge Transfer Excitations in the Visible Region.* Phys. Rev. B (2010), **81**, 035417.

Spotkania polsko-francuskie

Polsko-francuskie seminaria stały się na wiele lat trwałą formą dopełniającą naukową współpracę z zespołami naszych kolegów w Lille i Rennes oraz doskonałym forum konsolidacji istniejącej współpracy naukowej, podejmowania nowych projektów oraz poszerzania kręgu uczonych w kraju i ze świata.

Pierwsze seminaria koncentrowały się wokół zagadnień dynamiki sieci, nieporządku strukturalnego i molekularnych mechanizmów przemian fazowych. Z czasem tematyka spotkań, stale utrzymywanych w formule seminarium-warsztat, ewoluowała w stronę transformacji materiałów molekularnych ze wszystkimi aspektami zmian od struktury elektronowej po strukturalne, obejmując zarówno teoretyczne i modelowe dociekania, jak i eksperymentalne aspekty. Docenić należy wspólne poszukiwania badawcze fizyków teoretyków, eksperymentatorów i chemików. Seminaria były wielkim wyzwaniem organizacyjnym, to powód, aby w tym miejscu zaznaczyć nieoceniony wkład dr hab. Aleksandry Lewanowicz oraz kolegów śp. Andrzeja Mierzejewskiego i Krzysztofa Rohledera (tabela 3).

Tabela 3. Seminaria polsko-francuskie „Dynamika i Transformacje Materiałów Molekularnych"

Rok	Miejce seminarium	Organizatorzy
1986	Karpacz, PL	PWr, T. Luty z zespołem
1988	Karpacz, PL	PWr, T. Luty z zespołem
1990	Wimeraux, F	UST Lille I, Laboratoire de Dynamique et Structure des Materiaux Moleculaires, R. Fouret, J. Lefebvre, H. Fontaine.
1992	Rokosowo, PL	PWr, T. Luty z zespołem
1994	Saint Malo, F	Université. Rennes I, Group Matiere Condensée et Materiaux, J. Meinnel, H. Cailleau
1996	Rydzyna, PL	PWr, T. Luty z zespołem
1998	Stella-Plage, F	UST Lille I, Laboratoire de Dynamique et Structure des Materiaux Moleculaires & Université. Rennes I, Group Matiere Condensée et Materiaux
2000	Zamek Czocha, PL	PWr, T. Luty z zespołem

Seminaria polsko-francuskie stały się też zaczynem naukowej współpracy z uczonymi z innych grup naukowych. Szczególnie ważne w tym względzie było VI seminarium w Rydzynie (1996), które zapoczątkowało bardzo owocną współpracę naukową z uczonymi z Uniwersytetu Tokijskiego, z czasem poszerzoną na inne grupy z Japonii. Bezpośrednim i trwałym owocem współpracy polsko-francusko-japońskiej i poszerzających się zainteresowań naukowych stało się wykreowanie nowych obszarów badawczych, fotoindukowanych transformacji materiałów molekularnych. Od roku 2001, co trzy lata, niejako w kontynuacji poczętej na seminariach współpracy, odbywają się międzynarodowe konferencje „Photo-induced Phase Transitions and Cooperative

Phenomena", o globalnym zasięgu, zainicjowane przez japońskie grupy badawcze (tabela 4). Począwszy od roku 2011 to we Wrocławiu organizowaliśmy prekonferencyjne seminaria komitetu naukowego tej konferencji.

Odbywające się od roku 2010 międzynarodowe warsztaty „Organic Electronics and Nanophotonics" (WOREN) także pośrednio czerpią z doświadczeń współpracy polsko-francuskiej rozpoczętej w roku 1986 (tabela 5).

Tabela 4. Konferencje japońskie
„Photo-induced Phase Transitions and Cooperative Phenomena"

Rok	Miejsce konferencji	Organizatorzy
2001	Tsukuba, J	High Energy Accelerator Research Organization, K. Nasu
2005	Rennes, F	Université Rennes I, H. Cailleau oraz PWr, T. Luty z zespołem
2008	Osaka, J	Tokyo Institute of Technology, Sh. Koshihara
2011	Wrocław, PL	PWr, T. Luty z zespołem
2014	Bled, SLO	Jožef Stefan Institute, D. Mihailovic
2017	Sendai, J	Tohoku University, Sh. Iwai

Tabela 5. Warsztaty WOREN
„Workshop on Organic Electronics and Nanophotonics"

Rok	Miejsce warsztatów	Organizatorzy
2010	Świeradów-Zdrój, PL	PWr, A. Mituś, A. Miniewicz, J. Myśliwiec; Université d'Angers, F. Kajzar, B. Sahraoui
2011	Angers, F	Université d'Angers, B. Sahraoui
2013	Złockie, PL	AGH Kraków, J. Nizioł
2016	Aussois, F	Université de Montpellier, L. Firlej
2018	Wisła, PL	Politechnika Śląska, P. Data