

Mariusz Ornowski

"Industrial mathematics" jako przykład mechanizmu transferu i komercjalizacji osiągnięć naukowych

Ekonomiczne Problemy Usług nr 47, 161-166

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MARIUSZ ORNOWSKI

INDUSTRIAL MATHEMATICS JAKO PRZYKŁAD MECHANIZMU TRANSFERU I KOMERCJALIZACJI OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

1. WSTĘP

Stopień skomplikowania problemów, przed którymi staje dzisiejszy przedsiębiorca, staje się coraz większy. Zastosowanie zaawansowanych technologii w działalności firmy, powiększający się rynek z klientami o coraz trudniejszych do przewidzenia zachowaniach, na którym więcej konkurentów oferuje podobne produkty, turbulentne otoczenie biznesu, a także wiele innych czynników sprawia, że znalezienie optymalnych rozwiązań dopasowanych najlepiej do sytuacji wymaga przeprowadzania wysoce zaawansowanych analiz. Analiz, które w swojej złożoności już dawno przekroczyły poziom wiedzy, którą dysponuje przeciętna firma. Z pewnością współczesna nauka dysponuje wieloma narzędziami, pomagającymi takie analizy przeprowadzać i są one dostępne dla poszukujących wiedzy przedsiębiorców. Są jednak problemy, dla których próżno szukać wśród dokonań naukowych właściwych rozwiązań. W większości wypadków dzieje się tak nie ze względu na ograniczenia dostępnych obecnie narzędzi badawczych, lecz z prozaicznego faktu, że do tej pory żaden naukowiec nie trafił na trop odpowiedzi na dręczące przedsiębiorcę pytanie. Przedstawiony w tym artykule mechanizm sprawia, że bariera ta zostaje przełamana. Naukowcy naprowadzani są na właściwy trop, a właściciele firm otrzymują pożądane przez nich rozwiązania i to z pierwszej ręki, wprost od najwyższej klasy specjalistów.

2. HASŁO I HISTORIA *INDUSTRIAL MATHEMATICS*

Opisany tutaj mechanizm wywodzi się z Wysp Brytyjskich, u swego zarania nazywany został mianem *industrial mathematics*. W Polsce, ze względu na fakt, że hasło to funkcjonuje dość krótko, nie ugruntowało się jeszcze jego jedno oficjalne tłumaczenie. Dr Kamil Kulesza, pracownik Instytutu Badań Systemowych PAN w Warszawie oraz dr Maciej Stańczyk, pracownik Instytutu Lotnictwa w Warszawie, którzy są głównymi promotorami tej idei w Polsce, proponują nazwę „matematyka użytkowa” [1]. Można jednak też spotkać inne, bardziej bezpośrednie tłumaczenie z języka angielskiego - „matematyka przemysłowa” [2]. Ze względu na wątpliwości związane z prawidłowym tłumaczeniem tego terminu na język polski oraz fakt, że na przestrzeni lat obszar zastosowań opisywanej metody dawno już wyszedł poza ramy matematyki, w niniejszym artykule używa się oryginalnej, angielskiej nazwy.

Definicja *industrial mathematics* stworzona przez wspomnianych wcześniej dr Kamila Kuleszę i dr Macieja Stańczyka brzmi następująco: (...) *industrial mathematics to wykorzystanie precyzyjnego matematycznego sposobu myślenia do rozwiązywania rzeczywistych problemów firm i instytucji, poczynając od właściwego sformułowania pro-*

blemu [1]. Trzeba w tym miejscu pamiętać, że ów matematyczny sposób widzenia nie ogranicza się tylko do obszaru samej tylko matematyki.

Wachlarz dyscyplin naukowych, których instrumentarium może być wykorzystane w opisywanej metodzie jest dużo szerszy. Wielce pomocni okazują się również chemicy, fizycy, informatycy i ekonomiści.

Pod koniec lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku Leslie Fox i Alan Tayler, znani nieżyjący już brytyjscy matematycy, profesorowie uniwersytetu w Oksfordzie, zainspirowani raportem brytyjskiej *Royal Society* zainicjowali *Study Groups with Industry*. Wspomniany raport wykazywał istotną rolę matematyki stosowanej w mechanice teoretycznej i zawierał również sugestię, że zakres spraw, jakimi zajmuje się matematyka stosowana, powinien być rozszerzony na inne dziedziny praktycznych zastosowań. Temu, według intencji jej twórców, miała właśnie służyć instytucja *Study Groups with Industry* [4]. Spotkania tej grupy roboczej odbywają się cyklicznie do dzisiaj, a o skali ich sukcesu niech świadczy liczba światowych kopii tej inicjatywy – Kanada, Australia i Nowa Zelandia, Ameryka i Południowa Afryka to tylko niektóre przykłady miejsc, gdzie z sukcesem ten mechanizm jest wykorzystywany.

3. OPIS MECHANIZMU

Praca w ramach grup roboczych ma charakter cyklicznych, najczęściej odbywających się raz na rok warsztatów z udziałem wyselekcjonowanej grupy naukowców. Celowo jest to bardzo różnorodna grupa, nie tylko jeśli chodzi o specjalizacje badawcze (są to matematycy, ale też np. fizycy, chemicy itd.), ale też ze względu na szczeble kariery zawodowej (studenci, doktoranci, pracownicy naukowci). Warsztaty organizowane są na koszt przedsiębiorców, którzy zgłosili problemy do rozwiązania w miejscu wyposażonym w odpowiednią infrastrukturę, czyli sale konferencyjne, pracownie komputerowe, dostęp do Internetu itp. Uczestnicy warsztatów nie pobierają żadnych honorariów z tytułu uczestnictwa w nich. Korzyścią, jaką otrzymują, jest inspiracja do dalszej pracy naukowej, która wynika z zapoznania się z aktualnymi praktycznymi problemami przedsiębiorstw.

Bardzo ważnym elementem jest przygotowanie problemu przed warsztatem przez przedstawicieli instytucji zleconodawcy. Musi być on dobrze opisany i wzbogacony o informacje pomocnicze (np. przykładowe dane pomiarowe), które pomogą w jego rozwiązaniu.

Kilkudniowy, najczęściej tygodniowy warsztat składa się z kilku etapów. Pierwszego dnia przedstawiciele przemysłu przedstawiają ogółowi uczestników tematy problemowe, starając się równocześnie odpowiedzieć na pojawiające się pytania. Później następuje podział na grupy problemowe. Co ważne, każdy uczestnik może dowolnie przemieszczać się pomiędzy zespołami, pracując jednocześnie nad kilkoma tematami. Jest to nawet zjawisko pożądane, gdyż zwiększa paradoksalnie efektywność warsztatów - uczestnik, który po krótkiej nieobecności wraca do grupy, patrzy na problem świeższym okiem, a inni uczestnicy starają się przekazać mu to, co wydarzyło się podczas jego nieobecności, a to systematyzuje efekty pracy grupy. Mniej więcej w połowie warsztatów liderzy grup przedstawiają wyniki dotychczasowych prac. Precyzowane są definicje problemu oraz omawiane przebadane kierunki rozumowania, również te, których eksploatacja zakończyła się niepowodzeniem. Ostateczne wyniki prezentowane są na końcu warsztatów.

Każdy temat rozważany na warsztatach grup roboczych uwieńczany jest odpowiednim raportem opisującym wszystkie ze znalezionych rozwiązań, umieszcza się tam

również opisy podejść, które okazały się nieprawidłowe oraz potencjalne kierunki badań w danym temacie [4].

4. PRZYKŁADY ROZWIĄZYWANYCH PROBLEMÓW

Okazuje się, że idea *industrial mathematics* znajduje swoje zastosowanie niemalże wszędzie. Co nie powinno dziwić, bo matematyka zawsze starała się opisać otaczający nas świat. I tak, za pomocą wzorów matematycznych można rozwiązać bolączki wielu branż. Od przemysłu lotniczego i obronnego poczynając, poprzez energetykę i paliwa, finanse, produkcję żywności, teleinformatykę, wydobywanie surowców, medycynę i farmację, sprzedaż detaliczną, a na transporcie i motoryzacji kończąc. Wśród przykładów konkretnych problemów, które były rozwiązywane tą metodą można znaleźć następujące [5]:

- ograniczanie drgań przedniego podwozia samolotu podczas startu i lądowania dla firmy Airbus;
- obliczenie minimalnej ilości wody przeznaczonej dla pasażerów podczas lotu samolotem dla danego poziomu jakości obsługi;
- obliczenie optymalnego stopnia sprężania oparów paliwa ulatniających się ze zbiorników na stacjach paliw w przystosowanych do tego instalacjach;
- utworzenie modelu matematycznego metody kruszenia skał wodą o ultrawysokim ciśnieniu;
- opracowanie matematycznego modelu przewidywania mocy generowanej przez elektrownie wiatrowe;
- opracowanie modelu rozpowszechniania się narodowych monet euro w krajach Unii Europejskiej;
- stworzenie matematycznego modelu pęcherzyków powietrza występujących w lodach dla Unilever;
- opracowanie matematycznego modelu kurnika (wymiany ciepłej) dla jednego z nowozelandzkich hodowców;
- utworzenie algorytmu bezwyłączeniowej zmiany częstotliwości stacji bazowych w sieciach telefonii komórkowej;
- analiza ruchu w Internecie pod kątem wykrywania działań złośliwych;
- utworzenie matematycznego opisu procesów zachodzących w wodorowych ogniwach paliwowych;
- opracowanie metody racjonalnego gospodarowania wodą na terenach, gdzie wydobywa się minerały;
- optyczny pomiar zawartości glukozy u cukrzyków, przeprowadzany na podstawie analizy płynów organicznych;
- matematyczny model rozprzestrzeniania się chorób (np. SARS) w powiązaniu z globalną siatką połączeń lotniczych;
- matematyczny model przywiązania matki i dziecka na podstawie psychologicznej teorii przywiązania;
- zoptymalizowanie metody sortowania produktów (np. owoców) w opakowania o ustalonej wadze;
- stworzenie matematycznego modelu ogonów dinozaurów, który określi wpływ ogona na właściwości motoryczne dinozaura;
- bieżące monitorowanie ruchu samochodowego na drogach z wykorzystaniem danych z sieci komórkowych;
- udoskonalenie metody kolejowania odlotów samolotów, które przygotowują się do startu na dużych lotniskach.

Jak pokazują wymienione przykłady, wachlarz zastosowań matematyki jest zaskakująco szeroki. Nawet w dziedzinach wydawałoby się pozbawionych opisu matematycznego (jak np. wyrób lodów czy hodowla kur) pomoc zaawansowanej matematyki może być wielce przydatna.

5. INDUSTRIAL MATHEMATICS W POLSCE

W Polsce *industrial mathematics* pojawiła się z inicjatywy dr. Kamila Kuleszy i dr. Macieja Stańczyka. Organizatorem warsztatów pod nazwą *Letnie Praktyki Badawcze*, które są odpowiednikiem brytyjskich *Study Groups with Industry* jest Instytut Badań Systemowych PAN oraz Wyższa szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania. Warsztaty odbywają się z powodzeniem od 2005 roku (w tym roku to już V edycja). Formuła *Letnich Praktyk Badawczych* w stosunku do pierwowzoru różni się w pewnym stopniu, gdyż po pierwsze, każda ich edycja rozłożona jest na kilka wakacyjnych miesięcy, po drugie, do pracy w nich zapraszani są tylko studenci.

Według dr. Kamila Kuleszy, idea *industrial mathematics* spotkała się z zainteresowaniem przedsiębiorstw, na które pierwotnie liczył. Uwidocznia to w szczególności fakt, że zainteresowane przedsiębiorstwa chętnie płacą za rozwiązywanie problemów tą metodą. Innym obiecującym symptomem sukcesu jest potwierdzona przez odbiorców wysoka przydatność opracowanych wyników. W 2008 roku w każdym projekcie, w którym to było przewidziane, odnotowano pozytywny odzew przedsiębiorstw-klientów.

Mimo dużo krótszego niż na świecie okresu funkcjonowania *industrial mathematics* w Polsce *Letnie Praktyki Badawcze* mogą już się poszczycić wieloma rozwiązaniami nurtujących przedsiębiorców problemów. Jak na razie głównym odbiorcą wyników jest branża teleinformatyczna - około 60% zleceń. Wśród odbiorców można też znaleźć takich potentatów tej branży, jak na przykład *Infovide Matrix SA*. W mniejszym, choć znaczącym stopniu, około 20% odbiorcą wyników jest przemysł gier hazardowych (np. *Casinos Poland*) oraz inżynieria materiałowa.

Wśród projektów, na którymi pracowali uczestnicy zeszłorocznej sesji *Letnich Praktyk Badawczych*, można znaleźć takie oto ciekawe przykłady [6]:

- zbadanie możliwości zbudowania czujników naprężeń mechanicznych korzystających z nanocząstek magnetycznych (czujnik nacisku złożony z detektora pola magnetycznego oraz z kompozytu wypełnionego nanocząstkami magnetycznymi);
- zbadanie zjawisk ekonomicznych na styku świata rzeczywistego i tzw. światów wirtualnych (np. *Second Life, World of Warcraft*);
- praktyczne zbadanie działania rynków predykcyjnych, czyli rynków, których uczestnicy „zakładają się” o wyniki przyszłych wydarzeń;
- poszukiwanie skutecznej metody automatycznego przenoszenia danych z archiwalnych ksiąg parafialnych do postaci cyfrowej;
- studium wykonalności wdrożenia w polskich realiach kładki dla pieszych zbudowanej z materiałów kompozytów (zbadanie możliwości materiałowych, kosztowych i prawnych wdrożenia kładek kompozytowych na polskim rynku);
- zbadanie możliwości wprowadzenia szkoleń w formie interaktywnych gier o tematyce związanej z inwestowaniem w młode firmy wysokich technologii;
- analiza wielkości wpływów do kasy państwa z tytułu planowanego wprowadzenia tzw. dopłaty do gier hazardowych.

Według organizatorów *Letnich Praktyk Badawczych*, przyjęta formuła nie tylko się sprawdza, ale będzie też dalej rozwijana. Ogólnie rzecz biorąc, działalność w ramach *industrial mathematics* będzie prowadzona w sposób bardziej zinstytucjonalizowany, z różnym natężeniem przez cały rok, aby zaspokoić niesłabnący popyt na tego rodzaju usługi.

6. PODSUMOWANIE

Zwyczajowo przyjęło się klasyfikować nauki ze względu na ich właściwości aplikacyjne, dzieląc je na podstawowe i stosowane. Nauki podstawowe dają ogólne korzyści dla społeczeństwa, takie jak:

- wkład do kultury;
- odkrycia o ogromnym znaczeniu ekonomicznym i praktycznym, które mogą się później przełożyć na innowacje o charakterze przełomowym/radykalnym;
- stymulowanie przemysłu, który dostarcza naukowcom narzędzia do badań i przez to zmuszony jest stosować najbardziej zaawansowane technologie;
- edukacja przyszłych specjalistów i naukowców.

Ze względu na swój ogólny charakter, a przez to trudność w precyzyjnym wyliczeniu zysków, które zostały wygenerowane przez odkrycia nauk podstawowych, są one finansowane głównie z funduszy publicznych. Tymczasem nauki stosowane przynoszą korzyści, głównie w postaci innowacji ulepszających znane metody, konkretnym branżom przemysłu lub nawet konkretnym przedsiębiorstwom. Dzięki tej cesze badania stosowane cieszą się większym zainteresowaniem przedsiębiorstw i mogą liczyć na finansowanie z funduszy prywatnych [7].

Industrial mathematics przełamuje ten schemat. Jest wyjątkowo ciekawą inicjatywą łączącą dwa, wydawałoby się odległe światy naukowców i przedsiębiorców. Dzięki tej idei następuje zbliżenie nauk podstawowych i przemysłu. Pojawia się mechanizm, w którym firmy chcą płacić za pracę naukowców teoretyków i zyskiwać rozwiązania istotnych problemów napotkanych w swojej działalności, natomiast naukowcy mogą poszukiwać inspiracji dla swoich dalszych badań w praktycznych problemach przemysłu, co może wyjść obu stronom tylko na dobre. Nie do pominięcia jest również aspekt społeczny całego przedsięwzięcia. Dzięki wspólnym warsztatom nawiązywane są kontakty pomiędzy światem nauki i przemysłu, co procentuje w dalszej współpracy. Zwłaszcza, że rezultaty prac grup roboczych są często zaledwie przyczynkiem do większych projektów badawczych. Niewątpliwe sukcesy matematyków, fizyków teoretycznych, chemików itd. w rozwiązywaniu praktycznych z życia wziętych, problemów sprawa, że w społeczeństwie rośnie świadomość potrzeby rozwijania nauk podstawowych, co nie zawsze jest takie oczywiste. Takie inicjatywy jak *industrial mathematics* zbliżają tak zwane nauki podstawowe i przemysł, to może sprawić, że zwiększy się liczba wprowadzanych na rynek innowacji o charakterze przełomowym, a to ma szczególne znaczenie dla innowacyjności gospodarki kraju.

7. PODZIĘKOWANIA

Autor artykułu chciałby podziękować dr Kamilowi Kuleszy z Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk, inicjatorowi *Letnich Praktyk Badawczych* oraz panu Pawłowi Szerlingowi, który odpowiada za ich część organizacyjną, za informacje związane z działalnością tej pożytecznej inicjatywy.

SUMMARY

The degree of difficulty of the problems challenging today's entrepreneurs becomes higher and higher. The use of advanced technologies, larger and larger markets with a difficulty to predict customers' behavior, where more and more competitors offer the similar products, an unstable business ecosystem and also many different factors impact on the way of steering a company that requires to carry out extremely advanced analyses. The mechanism described in this article, called *industrial mathematics*, helps owners of companies to find solutions on their own, and directs the scientists towards the right tracks in their researches. The genesis of *industrial mathematics* and the Polish activities based on that idea are described.

Translated by Mariusz Ornowski

LITERATURA:

1. Kulesza K., Stańczyk M., *Industrial Mathematics, czyli kilka słów o matematyce użytkowej*. „Matematyka stosowana” nr 9, 2008;
2. Letnie Praktyki Badawcze, *Matematyka, Informatyka, Komercjalizacja* – Tak jak to robią w Cambridge, Lista projektów IV edycji Letnich Praktyk Badawczych (lato 2008), Strona internetowa (20.08.2009): http://www.praktyki.ibspan.waw.pl/LP_2008.html;
3. Llewellyn Smith C. H., *The use of basic science*, Strona internetowa (20.08.2009): <http://public.web.cern.ch/public/en/About/BasicScience1-en.html>. Polskie tłumaczenie, strona internetowa (20.08.2009): http://www.fuw.edu.pl/~ajduk/Public/bs_1.html;
4. Molga T., *Wzór na biznes*. „Wprost” nr 13/2009 (1368);
5. Ockendon, J. R., Ockendon H., ALAN BREACH TAYLER, Abstrakt artykułu w Bulletin of the London Mathematical Society (1998); Plik źródłowy (13.08.2009): <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract;jsessionid=CAAFA98524A492460FCBCDDF5FD5CDE3.tomcat1?fromPage=online&aid=19017>;
6. Piwarska K., Piłat S., Fiedler J., Kulesza K., *„The European Study Group with Industry” czyli spotkanie matematyki ze światem biznesu – wrażenia uczestników*. „Matematyka stosowana” nr 9, 2008;
7. The MIIS Eprints Archive, Strona internetowa (20.08.2009): <http://www.maths-in-industry.org/miis/>.