

A. J. COLEMAN¹ (Kingston, ON)

Killing w Braniewie

Wilhelm Killing był jednym z najważniejszych matematyków XIX wieku.² Jego praca wciąż pozostaje w dużym stopniu niedoceniona. Najbardziej owocnymi latami jego pracy były lata 1882–1892, kiedy to nauczał w Liceum Hosianum w Braunsbergu w Prusach Wschodnich, znanym dziś jako Braniewo,³ a leżącym w okolicach Olsztyna w Polsce. Znaczenie wkładu Killinga w studia nad algebrami Liego zaczęto doceniać głównie dzięki pracom [1], [2] amerykańskiego historyka matematyki Thomasa Hawkinsa, mimo że było ono wyraźnie zaznaczone w notatce pośmiertnej [3] pióra Friedricha Engela z roku 1930.

Killing był osobą pełną obywatelskiego ducha, o olbrzymiej energii. Konsekwencją jego głębokiej wiary chrześcijańskiej było poczucie obowiązku entuzjastycznego angażowania się w różnego rodzaju obywatelską i dobroczynną działalność. W szczególności, był on członkiem Rady Parafialnej Kościoła Św. Katarzyny i przez kilka lat członkiem Rady Miasta, również na stanowisku przewodniczącego.

Killing urodził się w Burbach w Westfalii 10 maja 1847 roku i zmarł w Münster 11 lutego 1923 roku. Studia uniwersyteckie rozpoczął w 1865 roku w Münster, ale szybko zdecydował się na przeniesienie do Berlina, gdzie znalazł się pod wpływem Weierstrassa i Kummera. W latach 1868–1882 głównym jego zajęciem było nauczanie w gimnazjach w Berlinie i w Brilon (Westfalia). W wyniku rekomendacji Weierstrassa, który nadzorował jego pracę dyplomową z geometrii, w 1882 roku został mianowany profesorem zwyczajnym Liceum Hosianum w Braniewie. Szkoła ta została założona w 1565 roku przez biskupa Stanisława Hozjusza [4], którego rozprawa naukowa na temat wiary chrześcijańskiej miała 39 wydań.

Trudno byłoby wskazać matematyka o większej energii niż Killing. Był on autorem lub współautorem siedmiu tomów (w czterech książkach). Kiedy Weierstrass namawiał go do spisania swych rozważań na temat *Raumformen*, Killing nauczał w Brilon przez 36 godzin w tygodniu! Podczas swego pobytu w Braniewie stale martwił się o zdrowie swojej żony i siedmiorga

dzieci; przez semestr był rektorem liceum; był czynny w kościele św. Katarzyny; wykładał wszystko począwszy od *geometrii nieeuklidesowej* po *pojednanie nauki i wiary chrześcijańskiej* studentom teologii w uczelni; zasiadał w radzie miasta; w 1886 roku razem z żoną przyrzekli, jako tercjarjusze zakonu franciszkańskiego, naśladować św. Franciszka z Asyżu; napisał 264-stronicową książkę *Analiza przestrzeni nieeuklidesowych*; napisał 15 prac w większości na temat geometrii, ale wśród nich znalazło się 5 prac (1886–1890), na których opiera się jego obecna sława, a które zmieniły nasze podejście do algebry Liego i pod których wpływem pozostaje matematyka do dnia dzisiejszego.

Od 1872 roku, kiedy to napisał swą rozprawę *Wiązki powierzchni* pod kierunkiem Weierstrassa, przez całe swe życie Killing był zafascynowany nauką o *Raumformen* (formach przestrzennych), co możemy zapewne interpretować także jako *Struktury przestrzeni*.

Był zapalonym entuzjastą geometrii, a zatem jest szczególnie trafne, że konferencja organizowana w Braniewie jest poświęcona geometrii. Wyżej wspomniana książka i jego rozprawa *Wprowadzenie do podstaw geometrii* [5], która była pierwszą próbą zebrania w jednej pracy wszystkich pytań i problemów dziewiętnastowiecznych matematyków związanych z podstawami geometrii, na pewno wpłynęły na decyzję jury Uniwersytetu w Kazaniu o przyznaniu Killingowi drugiej nagrody Łobaczewskiego w roku 1900. Pierwszą nagrodę dostał Sophus Lie. Ten dowód uznania przyniósł Killingowi dużą radość i satysfakcję. Napisał on do Engla 14 lipca 1901 roku: *Moja młodsza ambicja, aby moje życie nie było matematycznie bezowocne, może z pewnością być uważana za zaspokojoną*.

Poszukiwania struktur geometrycznych, które można zdefiniować na rozmaitościach Riemanna, doprowadziły Killinga w 1880 roku do ponownego odkrycia grup Liego, kiedy analizował ruch ciała w przestrzeni w nieskończenie małych krokach. Killing był nieprzyjemnie zaskoczony, gdy dowiedział się od Felixa Kleina, że Lie opublikował wiele ze swych pomysłów już w roku 1876. Jednak jeszcze zanim się o tym dowiedział, naszkicował już drogę do sklasyfikowania możliwych *Zusammensetzungen* czyli *struktur* grup ciągłych, które mogły się pojawić. Miał tę przewagę nad Lie'm, że dobrze znał wyniki Weierstrassa o dzielnikach elementarnych dla macierzy liniowych. W swojej pracy, opublikowanej w drugim tomie *Mathematische Annalen*, datowanej *Braunsberg, 2 Februar, 1888*, Killing zdefiniował tak zwaną dziś *podalgebrę Cartana* i pojęcie *pierwiastka* pół-prostej algebry Liego; wprowadził *rangę* grupy Liego i macierz o wartościach całkowitych, którą (niesłusznie) nazywamy dzisiaj *macierzą Cartana*; sklasyfikował proste algebry Liego nad ciałem liczb zespolonych; wyodrębnił także grupy Weyla i rzędy wszystkich elementów Coxetera dla algebr prostych. Wszystko to, kiedy Weyl miał 3 lata, a 19 lat zanim Coxeter się urodził!

Jak zauważył Hawkins, w tej pracy Killinga pierwszy raz pojawiła się teoria, która klasyfikowała interesujący zbiór struktur i, jako taka, była paradygmatem dla Cartana, Molieny, Mschkego i wreszcie Wedderburna w klasyfikacji liniowych algebr łącznych, a w dzisiejszych czasach doprowadziła do klasyfikacji skończonych grup prostych. To Killing odkrył wyjątkowe (*exceptional*) proste algebry Liego, które obecnie odgrywają kluczową rolę w teorii struny w fizyce. Skończona grupa macierzy ortogonalnych, którą nazywamy obecnie grupą Weyla, jest reprezentacją grupy, która pojawia się w wyżej wymienionej pracy jako permutacyjna grupa pierwiastków. Reprezentacja Killinga jest lepsza, ponieważ bezpośrednio odpowiada algebrom Kaca–Moody’ego.

Niestety, prace Killinga nie zawsze są przejrzyste i czasem zawierają błędy. Elie Cartan natomiast był mistrzem jasnego i żywego stylu. Jego dysertacja była zasadniczo opisem i rozszerzeniem dyskusji Killinga na temat algebr Liego, a zatem praca Killinga została udostępniona społeczności matematycznej poprzez czytanie Cartana. Nie zważając na to, że praca dyplomowa Cartana zawiera 63 odnośniki do Killinga, w porównaniu z 20 do Liego, algebraicy zaczęli przypisywać Cartanowi większość znaczących wyników Killinga. Powszechnie jest wciąż odwoływanie się do klasyfikacji Cartana prostych algebr Liego, podczas gdy w rzeczywistości klasyfikacji tej dokonał Killing. Prawdą jest, że Cartan ulepszył dowód Killinga poprzez poprawki, które, z jednym wyjątkiem, były nieznaczne. Mimo to uważam Cartana za większego matematyka niż Killinga. Nie z powodu jego wkładu w klasyfikację prostych algebr Liego, ponieważ szczegółowo udokumentował, że prawie wszystkie kluczowe tezy pierwszych dwóch trzecich jego dysertacji były zasługą Killinga. Raczej dlatego, że opierając się na tym, czego nauczył się od Killinga, poszedł dalej w tworzeniu wielu nowych silnych teorii matematycznych. Jednak nawet jeżeli Cartan był większym matematykiem, nie ma powodu przypisywać mu ważnych dokonań Killinga.

Moje prace [6], [7] zawierają więcej informacji o dokonaniach Killinga w miarę przystępnej formie. W [7] znajdują się fotografie Killinga i kopia obrazu, który przedstawia Liceum Hosianum, tak jak widział je Killing, kiedy przybył do Braniewa. Dodatkowe referencje można znaleźć w [3] i [6].

Przypisy

- [1] T. H a w k i n s, *Non-Euclidean Geometry and Weierstrassian Mathematics: The background to Killing’s work on Lie Algebras*, *Historia Mathematica* 7 (1980), 289–342;
- [2] T. H a w k i n s, *Wilhelm Killing and Structure of Lie Algebras*, *Archive for the History of Exact Sciences* 26 (1982), 126–192.
- [3] F. E n g e l, *Wilhelm Killing*, *Jahresber. Deut. Math. Verein.* 39 (1930), 140–154.
- [4] Hozjusz był wystarczająco ważny, aby zasłużyć na pełną kolumnę w drugim wydaniu *Oksfordzkiego Słownika Kościoła Katolickiego* z 1974 roku, z którego czerpię poniższe informacje.

Stanisław Hozjusz (1504–1579) urodził się w Krakowie; został wyświęcony na księdza w 1543 roku; został biskupem chełmińskim w 1549. W latach 1552–3 opublikował swą najważniejszą pracę *Confessio Catholicae Fidei Christiana*, w której bronił dogmatów katolickich i próbował odeprzeć argumenty reformatorów. Za jego życia ukazało się 30 wydań i kilka tłumaczeń tej pracy. Odgrywał kluczową rolę na soborze trydenckim i w roku 1561 został mianowany kardynałem. W 1564 roku zaprosił Jezuitów do utworzenia szkoły w Braniewie, która to szkoła została później nazwana jego imieniem. W 1569 roku został powołany do Rzymu jako stały przedstawiciel Polski. Usprawiedliwiał użycie przemocy wobec heretyków, ale w swym życiu prywatnym był człowiekiem prostej i ziemskiej wiary. Niewątpliwie kardynał Hozjusz i szkoła, którą tworzył, odegrały kluczową rolę w uznaniu Polski za twierdzę katolicyzmu we wschodniej Europie, jaką była ona w ostatnim wieku.

- [5] W. Killing, *Einführung in die Grundlagen der Geometrie*, vol. I, Paderborn, (1893), 357 stron; vol. II, Paderborn, (1898), 361 stron.
- [6] A. J. Coleman, *The Greatest Mathematical Paper of All Time*, The Mathematical Intelligencer, vol. 11, Summer, 1989, 29–38.
- [7] A. J. Coleman, *Killing and the Coxeter Transformation of Kac–Moody algebras*, *Inventiones Mathematicae* 95 (1989), 447–477.

Kingston, Ontario, 24 lipca 1998

Od Redakcji

¹ A. John Coleman urodził się w Toronto (Kanada) w 1918 roku i na tamtejszym uniwersytecie studiował matematykę i fizykę. Razem z I. Kaplanskim i N. S. Mendelsohnem był w 1938 roku członkiem zwycięskiej drużyny w konkursie Putnama. Tytuł magistra otrzymał w Princeton na studiach pod kierunkiem Alonzo Church’a, H. P. Robertsona, C. Chevalley’a, S. Bochnera i E. Wignera. Jego praca doktorska, napisana w 1943 roku w Toronto pod kierunkiem Leopolda Infelda, dotyczyła relatywistycznej mechaniki kwantowej. Jego profesorami w Toronto byli Richard Brauer, J. L. Synge, H. S. M. Coxeter i Gilbert de B. Robinson. Pracował głównie nad problemem n -ciał w mechanice kwantowej. Jego praca *Liczby Betti’ego grup zwartych* (1958), która stosuje wyznacznik Killinga transformacji Coxetera, została uznana w *Notes Historiques* Bourbaki’ego za istotną w rozwoju algebr Liego.

Materiały do Sympozjum na jego cześć w roku 1986 zostały wydane przez R. M. Erdahla i V. Smitha, pod tytułem *Macierze gęstości i funkcjonały gęstości*; Reidel, 1987.

² W dniach 31.08–2.09.98 odbyły się w Braniewie drugie Dni Geometrii Hiperbolicznej poświęcone pamięci Wilhelma Killinga zorganizowane przez Instytut Matematyki Uniwersytetu Gdańskiego przy finansowym wsparciu Elbrewery Company Ltd. Z tej okazji A. J. Coleman przysłał do uczestników konferencji notę, którą publikujemy w przekładzie i ujęciu A. Krzykowskiej i A. Szczepańskiego.

³ Dodajmy, że także Karl Weierstrass pracował w Braniewie (przed rokiem 1856). Co więcej, w Królewcu (również jednym z miast Prus Wschodnich) pracował Dawid Hilbert.