

KRYSTALOGRAFIA W POLSCE
CRYSTALLOGRAPHY IN POLAND

Zofia Kosturkiewicz

Wydział Chemii UAM
ul. Umultowska 89b, 61-614 Poznań
e-mail: zkostur@amu.edu.pl

Abstract

Wprowadzenie

1. W I Rzeczypospolitej
2. Pod zaborami
3. W II Rzeczypospolitej
4. Lata powojenne 1945–2013
5. Ośrodki krystalograficzne
6. Krystalochemia
7. Krystalografia stosowana – polikryształy
8. Krystalografia fizyczna
9. Wzrost kryształów i ciekłe kryształy
10. Krystalografia białek
11. Polscy krystalografowie w Ameryce Północnej

Uwagi końcowe

Piśmiennictwo cytowane

Prof. zw. dr hab. Zofia Kosturkiewicz z domu Lipińska, urodziła się na Wołyniu. Okres drugiej wojny światowej spędziła w Kieleckiem, gdzie działała jako łączniczka Armii Krajowej, tam też w tajnym nauczaniu ukończyła trzy klasy gimnazjum. W roku 1947 zdała maturę w Liceum im. Generałowej Zamoyskiej w Poznaniu. W latach 1947–51 studiowała chemię na Uniwersytecie Poznańskim. Od roku 1951 pracowała jako asystent w Katedrze Chemii Organicznej Uniwersytetu Poznańskiego. Od roku 1961 pełniła funkcję kierownika Pracowni Krystalografii na Wydziale Mat.-Fiz.-Chem. Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. W roku 1978 uzyskała tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1987 profesora zwyczajnego. Do czasu przejścia na emeryturę, tj. do roku 1998, pełniła funkcję kierownika Zakładu Krystalografii na Wydziale Chemii UAM.

ABSTRACT

The history and present state of crystallography in Poland have been presented. The beginnings of crystallography are connected with mineralogy. In 1953 crystallography was introduced as an obligatory subject in university chemistry curricula, producing new crystallography laboratories, and separating crystallography from mineralogy. In 1956 Wł. Trzebiatowski initiated at the Technical University of Wrocław the annual X-Ray Crystallographic Meetings, which became the “Crystallographic Meetings” of the Polish Academy of Sciences. In 2013 the 55th such Meeting took place. Committee of Crystallography PAS consists of five Sections: 1/ Structural Analysis (crystal chemistry), 2/ Applied Crystallography (polycrystalline materials), 3/ Crystal Physics 4/ Crystal Growth and 5/ Protein Crystallography. The present state of Polish crystallography is described in these five segments. A paragraph is dedicated to the role of Polish crystallographers in the North American science.

Keywords: mineralogy, history of crystallography, Polish crystallographic laboratories

Słowa kluczowe: mineralogia, historia krytalografii, polskie ośrodki krytalograficzne

WPROWADZENIE

Początki krystalografii związane są z mineralogią. Krystalografia służyła do klasyfikacji minerałów pod kątem ich symetrii. Pierwsza publikacja krystalograficzna niezwiązana z mineralogią, *De nive sexangula* [1] (*O śniegu sześciokątnym*), którą napisał w 1611 roku Johannes Kepler, prezentowała ideę najgęstszego wypełnienia przestrzeni kryształu przez kule styczne, co i dziś stosujemy do opisu struktury wielu metali. Praca nie miała kontynuatorów, gdyż ukazała się przedwcześnie – nie były wówczas jeszcze znane pojęcia atomów i cząsteczek. Dopiero ponad półtora wieku później publikacja René Justa Hauy'ego z 1784 roku *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux, appliquée à plusieurs genres de substances cristallisées* dała impuls rozwoju krystalografii jako samodzielnej nauki na pograniczu matematyki, chemii i fizyki. Cały XIX wiek cechuje szybki rozwój nauk ścisłych i przyrodniczych. W połowie wieku Auguste Bravais opisał 14 typów sieci przestrzennych. W końcu tego wieku Schoenflies i Fiodorow wyprowadzili 230 grup przestrzennych symetrii kryształów. Powstał skończony system teorii struktury kryształów, ale nie było metod sprawdzenia go w doświadczeniu.

Polacy niestety nie uczestniczyli w tym etapie rozwoju krystalografii. Pod trzema zaborami, walcząc w powstaniach i ponosząc ich skutki nie mieli możliwości aktywnego uczestnictwa w rewolucji naukowej jaką przeżywała wówczas Europa i nie brali udziału w procesie emancypacji i samodzielnego rozwoju krystalografii. Wprawdzie rozbudzenie intelektualne w epoce stanisławowskiej spowodowało zwiększenie zainteresowania nauką w pierwszych dziesięcioleciach niewoli, jednak nie było to na rękę zaborcom i ich działania szły w kierunku odwrotnym. Na terenach polskich krystalografia istniała jako nauka pomocnicza mineralogii, użytecznej w poszukiwaniu surowców dla przemysłu i stanowiła przedmiot pewnego zainteresowania również w tym czasie.

Odkrycie dyfrakcji promieni rentgenowskich na kryształach przez Maxa von Lauego w 1912 roku dało krystalografom potężne narzędzie badawcze. Pozwoliło ono nie tylko potwierdzić poprawność teorii budowy i symetrii kryształów, ale umożliwiło badanie doświadczalne struktury obiektów tworzących kryształ – molekuł, jonów – i ich wzajemnych oddziaływań. Odkrycie to już w następnym roku zaowocowało rozwiązaniem pierwszej struktury kryształu chlorku sodu przez W.H. i W.L. Braggów. Nagroda Nobla z fizyki w 1914 roku za odkrycie dyfrakcji promieni rentgenowskich na kryształach zapoczątkowała długą listę tych nagród dla krystalografów.

Krystalografowie nie stanowią licznej populacji w świecie nauki. Z wyjątkiem dwóch krajów – Niemiec i Rosji – nie istnieją akademickie kierunki studiów krystalografii. Specjalizację osiągają chemicy, fizycy, inżynierowie materiałowi, matematycy, biotechnolodzy i biologowie na stażach w laboratoriach specjalistycznych, lub na studiach doktoranckich. Również nagrody Nobla dla krystalografów są przyporządkowane fizyce, chemii, a nawet fizjologii i medycynie. Jednak wpływ krystalografów na rozwój chemii, biologii i innych nauk a także techniki jest na tyle istotny, że Orga-

nizacja Narodów Zjednoczonych ogłosiła rok 2014 – w stulecie pierwszej nagrody Nobla z tej dziedziny – Międzynarodowym Rokiem Krystalografii.

1. W PIERWSZEJ RZECZPOSPOLITEJ

Pierwsze drukowane opisy minerałów na terenie ziem polskich znajdujemy w herbarzach opracowywanych przez lekarzy. Wśród najstarszych znajduje się herbarz wydany przez Stefana Falimierza [2] w 1534 roku. Zawiera on opis ziół leczniczych, a także opis pozyskiwania, identyfikacji i zastosowania w leczeniu kilkudziesięciu minerałów stosowanych przez ówczesną medycynę. Zwiąły opis wiedzy mineralogicznej, takiej jak ją rozumieli ludzie w XVII wieku, został opracowany w 1661 roku przez lekarza rodu Leszczyńskich, pochodzenia szkockiego, urodzonego w Szamotułach Johanna Jonstona pt *Notitia regni mineralis seu, subteraneorum catalogus*. Jonston podzielił ciała kopalne na 5 grup: ziemie, zestalone roztwory, żywice, kamienie i metale. Pierwszy opis minerałów w języku polskim znajdujemy w dziele Wojciecha Tylkowskiego z 1692 roku [3] pt. *Uczone rozmowy wszystką prawie w sobie zawierające filozofję*. Dzieli on minerały na ziemie, kamienie, metale i wody podziemne.

W 1721 roku Gabriel Rzączyński publikuje w Sandomierzu [2] książkę *Historia naturalis curiosa Regni Poloniae*. poświęconą minerałom. W 1781 r. Krzysztof Klug wydaje w Warszawie książkę popularno-naukową *Rzeczy kopalnych osobliwie zdatniejszych szukanie, poznanie i zażycie*. Wprowadził on do języka polskiego szereg nazw minerałów i pojęć, które używamy do dziś, choć zachował też wiele nazw międzynarodowych jak talk, agat, kwarc.

2. POD ZABORAMI

W pierwszych dziesięcioleciach XIX wieku najsilniejszym ośrodkiem nauk przyrodniczych i ścisłych był Uniwersytet Wileński. Wymienimy tu profesorów zajmujących się mineralogią: Roman Symonowicz – autor książki z 1806 roku *O stanie dzisiejszym mineralogji*, Feliks Drzewiński – autor pierwszego akademickiego podręcznika mineralogii w języku polskim *Początki mineralogji podług Wernera, ułożone dla słuchaczy akademickich*. Ostatnim znanym mineralogiem z Uniwersytetu Wileńskiego, przed jego zamknięciem, był Ignacy Jakowicki, autor wydanej w 1831 roku pracy *Obserwacje geognostyczne w guberniach zachodnich i południowych Państwa Rosyjskiego*. Likwidacja Uniwersytetu w 1831 roku stanowiła jedną z represji za powstanie listopadowe.

Należy tu również wspomnieć o wykształconym w Wilnie Ignacym Domeyce (1802–1889), który wyemigrował do Chile, gdzie zasłużył się badaniami mineralogicznymi i geologicznymi (w 1845 roku wydał podręcznik *Elementos de Mineralo-*

gia) i do dziś jest pamiętany w Chile i całej Ameryce Południowej jako naukowiec i człowiek.

W Warszawie rolę ośrodka naukowego pełniło Towarzystwo Przyjaciół Nauk założone w 1800 roku. Pod jego auspicjami Stanisław Staszic wydał w 1815 roku pracę *O ziemiórództwie Karpatów i innych gór i równin Polski*. Rok później Staszic zorganizował w Kielcach Szkołę Akademiczno-Górnica. Wykładowcą mianowano tam Jerzego Puscha (Niemca, który się spolonizował i przyjął nazwisko Koreński.) [3]. Pusch wydał (po niemiecku) *Geognostyczny opis Polski i innych krajów na północ od Karpat*. Powstanie listopadowe zakończyło działalność Szkoły.

W latach 1898–1915 pracował na rosyjskim Uniwersytecie Warszawskim znany krystalograf rosyjski G. Wulf, jednak jego dorobku nie możemy uznawać za polską myśl intelektualną.

Pod zaborem austriackim znalazły się Uniwersytety Lwowski i Jagielloński. Zaborcy zgermanizowali Uniwersytet Lwowski i poza lwowianinem Stanisławem Dunin-Borkowskim, który wyjechał na zachód Europy i tam prowadził badania mineralogiczne, a potem wrócił do Lwowa, nieznani są specjaliści polscy z tego środowiska w XIX wieku. Na początku XX wieku pracował w Katedrze Mineralogii w Technische Hochschule we Lwowie Zygmunt Weyberg, absolwent rosyjskiego Uniwersytetu Warszawskiego. Jest on autorem podręczników *Wiadomości początkowe z krystalografii* (1905) i *Podstawy krystalografii* (1916).

Jedyny polski Uniwersytet, który przetrwał zabory, to Uniwersytet Jagielloński. Dzięki specjalnej sytuacji Krakowa jako Wolnego Miasta, Uniwersytet zachował pewną autonomię do połowy XIX wieku, kiedy to został włączony w system wyższych szkół austriackich. Próby germanizacji w następnych latach okazały się niezbyt skuteczne. W latach 1829–1833 i 1848–1857 Katedrą Mineralogii i następnie Katedrą Fizjografii UJ kierował Ludwik Zeiszner, który wyposażył placówkę w zbiory modeli kryształów i minerałów. Znane są jego książki: *Systemat minerałów według zasad J.J. Berzeliusza* (1833) i *Początki mineralogii według układu Gustawa Rose* (1861). W latach 1862–1886 mineralogię na UJ wykładał Alojzy Alth, który w 1868 roku wydał *Zasady mineralogii*. Wykształcił on ucznia Feliksa Kreutza, który kierował Katedrą do roku 1903. Jego następcą został Józef Morozewicz (uczeń prof. A. Lagorio z warszawskiego Instytutu Politechnicznego), który pełnił tę funkcję do 1919 roku. Swe publikacje poświęcał minerałom znajdującym na terenie ziem polskich. Jednym z jego najbardziej znanych uczniów był Władysław Pawlica, [2] znawca minerałów Tatr i okolic Krakowa.

3. W DRUGIEJ RZECZPOSPOLITEJ

Po zakończeniu Pierwszej Wojny Światowej ośrodki uprawiające krystalografię w Polsce były nadal połączone z mineralogią z wyjątkiem Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie, gdzie istniała jedyna w kraju Katedra Krystalografii pod kierownictwem prof. Zygmunta Weyberga. Dokonamy krótkiego przeglądu tych placówek

UNIwersytet Jagielloński

W latach 1919–1939 kierownikiem Katedry Mineralogii i Krystalografii UJ był prof. Stefan Kreutz, syn Feliksa Kreutza, zwolennik związków krystalografii z chemią i fizyką. W 1924 roku ukazała się *Krystalografia – Podręcznik dla samouków* Stefana Kreutza i Stanisława Zaremby. Na str. 168 czytamy „W Polsce krystalografia posiada dotychczas tylko jedną katedrę i zakład krystalograficzny w Uniwersytecie Lwowskim. W innych uniwersytetach i politechnikach krystalografia wchodzi w zakres katedr mineralogii. Jest to wielka szkoda nie tylko z powodu zbyt dużego absorbowania wykładającego sprawami różnych działów nauki, ale przede wszystkim wskutek braku środków na sprawianie przyrządów naukowych i literatury oraz odpowiedniego pomieszczenia dla badań krystalograficznych. Ze sprawą tą wiąże się jeszcze zagadnienie wychowywania przyszłych krystalografów...”.

Prof. Kreutz wyposażył Katedrę w aparaturę rentgenowską i wypromował pięciu doktorów. Dwóch jego współpracowników uzyskało habilitacje – Ludwik Chrobak w 1929 r. i Antoni Swaryczewski w 1937 r. Pod kierunkiem prof. Kreutza ukazała się praca doktorska Stanisława Janika prezentująca strukturę kryształów chlorku dwuaminocynkowego. Stefan Kreutz zmarł w 1941 roku, jego współpracownicy – Antoni Gawęł, Stanisław Janik i Antoni Swaryczewski – byli aresztowani przez Gestapo; aparaturę wywieziono lub zniszczono.

UNIwersytet Jana Kazimierza we Lwowie i Politechnika Lwowska

W latach 1920–1936 Katedrą Krystalografii UJK kierował prof. Zygmunt Weyberg, który w 1925 roku wydał *Krystalografię opisową*. W 1938 r. nominację profesorską otrzymał tam Ludwik Chrobak i prowadził zajęcia z krystalografii z rentgenografią również na Państwowym Uniwersytecie Lwowskim po przejęciu Lwowa przez Związek Radziecki aż do 1941 roku. Krótki epizod pracy na Uniwersytecie Lwowskim zaliczył również Józef Chojnacki.

Kierownikiem Katedry Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu i Politechniki Lwowskiej był prof. Julian Tokarski. Jego współpracownikami byli Kazimierz Smulikowski, Maria Turnau-Morawska i Marian Kamiński. Prowadzono tam badania skał krystalicznych.

W Katedrze Chemii Fizycznej Politechniki Lwowskiej samodzielnie zbudował aparaturę rentgenowską i w 1936 roku rozpoczął badania wieloskładnikowych materiałów metalicznych doc. Włodzimierz Trzebiatowski [4].

W 1936 roku na Uniwersytecie Jana Kazimierza biochemik, prof. Tadeusz Baranowski, wyhodował monokryształy białka – miogenu mięśniowego [4].

UNIwersytet Stefana Batorego w Wilnie

Katedrę Geologii zorganizował w 1920 roku prof. B. Rydzewski, który przeszedł tam z Politechniki Warszawskiej. Po nim przejął Katedrę w 1936 roku prof. Edward Passendorfer, a mineralogię wykładał prof. Stanisław Małkowski.

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Kierownikiem Zakładu Mineralogii na Wydziale Chemicznym został prof. Stanisław Thugutt, który zagospodarował spuściznę po rosyjskim Instytucie Technologicznym wyposażonym przez prof. A. Lagorio w książki, aparaturę i zbiór minerałów. Po nim kierownikiem Zakładu w 1920 roku został prof. Tadeusz Wojno, absolwent rosyjskiego Uniwersytetu Warszawskiego. W czasie II Wojny Światowej prof. Wojno prowadził zajęcia w Szkole Technicznej stanowiącej tajną kontynuację Politechniki, jednak cały sprzęt Zakładu uległ zniszczeniu w trakcie Powstania Warszawskiego.

W 1929 roku, na zaproszenie prezydenta RP Ignacego Mościckiego przybył z Frankfurtu nad Menem prof. Jan Czochrański, znany z prac nad otrzymywaniem monokryształów metali („metoda Czochrańskiego”) i ich własnościami. Objął Zakład Metalurgii i Metaloznawstwa oraz Instytut o tej samej nazwie, który wyposażył w nowoczesną aparaturę częściowo z własnych środków. Zajmował się pomiarami szybkości krystalizacji metali, ich właściwościami elastycznymi, anizotropią ich twardości, korozją metali i stopów w różnych atmosferach. Jego badania stały się podstawą współczesnej elektroniki. W czasie wojny Niemcy, którzy wysoko cenili wartość prac Jana Czochrańskiego dla techniki, umożliwili mu kontynuację badań, za co Polacy po wojnie odmówili mu tej możliwości – relegowali go z Politechniki – mimo, a może tym bardziej, że w czasie okupacji współpracował z Armią Krajową i pomagał rodakom represjonowanym przez okupanta.

UNIwersytet Warszawski

W Zakładzie Fizyki Doświadczalnej UW prof. Stefan Pieńkowski wprowadził w latach 20. ubiegłego stulecia rentgenograficzne badania materiałów metodą Lauego. Strukturę włókien celulozy, żywic i kaucuków badano metodami dyfrakcji elektronów. Aparaturę badawczą konstruowano na miejscu – w czasie wojny została wywieziona do Niemiec. W tajnym nauczaniu prof. Pieńkowski kształcił studentów fizyki w metodach dyfrakcyjnych, a w krystalografii – doc. A. Łaszkiwicz.

W Zakładzie Mineralogii UW pracował prof. Stanisław Thugutt, a od 1925 roku kolejne szczeble kariery naukowej przechodził Antoni Łaszkiwicz. W 1935 roku opublikował pracę *Krystalografia i struktura salicylanu sześciometylenoczeroaminy*.

W ostatnich latach przed wojną przeniósł się ze Lwowa do Warszawy prof. Zygmunt Weyberg, który pracował do roku 1939 na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii UW.

UNIwersytet Poznański

Wykłady zlecone z mineralogii i kryształografii dla kierunku chemia prowadzili w pierwszych latach istnienia Uniwersytetu specjaliści z Krakowa, dr Ludwik Chrobak i doc. Stanisław Jaskólski. W 1930 roku ze Lwowa przybył doc. Kazimierz Smulikowski, który został kierownikiem Katedry Mineralogii na Wydziale Przyrodniczym UP i on prowadził zajęcia dla chemików. Był specjalistą w badaniach skał metodami optyki kryształów.

AKADEMIA GÓRNICZA W KRAKOWIE

Utworzona została w 1919 z udziałem prof. Józefa Morozewicza, ucznia prof. A. Lagorio z rosyjskiego Instytutu Technologicznego w Warszawie. Zajęcia z kryształografii i mineralogii prowadził mineralog prof. Zygmunt Rozen, uczeń Morozewicza.

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY W WARSZAWIE

Od 1919 roku Instytutem kierował prof. Józef Morozewicz. Pracował tam również jego uczeń, prof. Stanisław Małkowski, który przeniósł się na Uniwersytet Wileński. Instytut zajmował się badaniem zasobów mineralnych Polski.

4. LATA POWOJENNE 1945–2013

W wyniku ustaleń Konferencji w Poczdamie w 1945 roku ludność polska z terenów wschodnich została przesiedlona na zachód w nowe granice Państwa Polskiego. Pracownicy uczelni lwowskich przenieśli się głównie do Wrocławia, a wileńskich – do Torunia i Gdańska. Duża grupa ze zburzonej Warszawy zamieszkała w Łodzi. Kryształografia w większości polskich uniwersytetów trwała w symbiozie z mineralogią do roku 1953, a czasem dłużej. W latach 1945–1961, według dokumentacji udostępnionej przez prof. K. Łukaszewicza, [4] opublikowano zaledwie 107 oryginalnych artykułów naukowych i listów do redakcji dotyczących kryształografii geometrycznej, optycznej i kryształchemii, rentgenografii i neutronografii, zastosowań metod dyfrakcyjnych. W językach kongresowych było 41 artykułów, reszta w języku polskim. Wszystkie badania prowadzono na kryształach nieorganicznych, metalach lub polimerach.

Rozwiązywanie struktury kryształu przed erą komputerów i dyfraktometrów to była praca katorżnicza. Pomiar dyfrakcji metodą fotograficzną wymagały nie tylko długotrwałych ekspozycji kryształu w wiązce rentgenowskiej celem zarejestrowania setek refleksów kolejnych warstw, ale również wizualnej oceny zaczerpniętych plamek dyfrakcyjnych przy pomocy wielostopniowej skali. Jeszcze większą

trudność stanowiły obliczenia, stosunkowo łatwe dla prostych soli i metali, gdzie atomy zajmują położenia w narożach i na środkach ścian komórki elementarnej. Udawało się odgadnąć położenia atomów w tych kryształach i skonfrontować je z obrazem dyfrakcyjnym. W ten sposób rozwiązano pierwszą strukturę kryształu – soli kamiennej. Zupełnie inaczej wygląda rozwiązanie struktury cząsteczek w kryształach, w których atomy nie zajmują „pozycji specjalnych”. Trzeba liczyć, krok po kroku, gęstość elektronową w komórce elementarnej przy pomocy szeregu Fouriera. Załóżmy dla uproszczenia, że asymetryczna część komórki elementarnej ma wymiary $10 \times 10 \times 10 \text{ \AA}$. Gęstość elektronową trzeba liczyć co $1/3 \text{ \AA}$, a więc w 27 tysiącach punktów. Jeśli zmierzono intensywności 1000 refleksów, obliczenia jednego cyklu wymagają 27 milionów sumowań. W bogatszych krajach taktyka była taka, jak ją opisuje znany krytalograf brytyjski J.M. Robertson [5]. Do obliczeń struktury kryształu steroidu zatrudnił na rok 100 emerytów.

Po wprowadzeniu komputerów problem obliczeniowy przestał odstraszać badaczy od krytalografii. Pierwszy w Polsce komputer służący krytalografom – Elliot 803 – znajdował się w latach 60. na Uniwersytecie Wrocławskim. Nie był zbyt wydajny, ale umożliwiał liczenie dwuwymiarowych map gęstości elektronowej. Z dwóch rzutów można było wyprowadzić strukturę trójwymiarową. Szybki postęp komputeryzacji, import wydajnych komputerów firmy IBM zadecydował o atrakcyjności badań krytalograficznych. Fotograficzna rejestracja refleksów dyfrakcyjnych nie była zbyt precyzyjna, nie pozwalała na zlokalizowanie atomów pierwiastka o najmniejszej liczbie porządkowej – wodoru. W latach 60. pojawiły się jednak dyfraktometry automatyczne, gwarantujące wysoką precyzję pomiaru, ale o „astronomicznej” cenie, w dodatku wymagające tzw. „dewiz”. W Pierwszej Szkole Rentgenografii Strukturalnej w 1967 roku prof. M.A. Poraj-Kozic tak zreferował nam rady, jakie otrzymał od szwajcarskiego kolegi. „Macie 3 możliwości: 1) kupić dyfraktometr, 2) zbudować dyfraktometr, 3) zamknąć laboratorium”.

Polacy wykorzystali pierwsze dwa warianty. W latach 70. zakupiono trzy zachodnie dyfraktometry dla Uniwersytetu Wrocławskiego, Poznańskiego i Jagiellońskiego. Nie udało się to jednemu z największych w Polsce zespołów krytalografów na Politechnice Łódzkiej i ten smutny fakt miał świetne zakończenie. Pod koniec lat 70. prof. Zdzisław Gałdecki z P.Ł. został koordynatorem „Problemu resortowego” i dysponując znaczną sumą funduszu „złotówkowego” sfinansował budowę polskiego dyfraktometru „KUMA”. Konstruktorzy to dwaj wrocławscy doktorzy wypromowani przez prof. K. Łukaszewicza – Damian Kucharczyk i Marek Malinowski. Udana konstrukcja nie tylko pozwoliła wyposażyć w dyfraktometry wszystkie placówki w kraju, ale odniosła sukces międzynarodowy i dziś, w ramach Agilent Technologies, podbija rynki światowe.

Technika nie stoi w miejscu i pojawiło się nowe, bardzo intensywne źródło promieni rentgenowskich – synchrotrony. Stacje dyfrakcyjne przy synchrotronach pozwalają niezwykle skrócić okres ekspozycji kryształu na promieniowanie, co jest szczególnie ważne w badaniach kryształów białkowych. W Unii Europejskiej istnieje szereg synchrotronów, do których dostęp mają polscy krytalografowie. Z Poznania

na przykład jest 2,5 godz. drogi samochodem do synchrotronu w Berlinie i w jeden dzień można wykonać pomiary wraz z podróżą w obie strony.

Istnieje jeszcze jeden wariant pomiarów. Można zza biurka we własnym laboratorium sterować komputerowo pomiarem w odległym ośrodku, np. w ESRF w Grenoble. Robot przenosi zamontowany w pętelce kryształ z ciekłego azotu na dyfraktometr, montuje go na stanowisku dyfrakcyjnym i rozpoczyna pomiary. Wyniki trafiają za pomocą Internetu na biurko krystalografa. Trzeba tylko dostarczyć pojemnik ze sprawdzonymi kryształami do synchrotronu w Grenoble.

Wróćmy jednak do pierwszych powojennych lat polskiej krystalografii.

- Ważnym krokiem uwalniającym krystalografię od związków z mineralogią i zbliżającym ją do chemii było wprowadzenie w 1953 roku obligatoryjnego programu krystalografii na kierunkach chemii uniwersyteckiej. Program stanowiący podstawę do zrozumienia krystalochemii i stanowiący niezbędny wstęp do rentgenografii został napisany przez prof. Ludwika Chrobaka. Tam, gdzie istniała chemia uniwersytecka, musiały powstać załączki współczesnej krystalografii, co stymulowało rozwój laboratoriów rentgenograficznych. Na Politechnikach i kierunkach fizyki uniwersyteckiej rozwój krystalografii zależał od miejscowych uwarunkowań.
- Drugim czynnikiem stymulującym rozwój współczesnej krystalografii było zapoczątkowanie przez prof. Wł. Trzebiatowskiego w 1956 roku na Politechnice Wrocławskiej „Konwersatoriów rentgenograficznych” przekształconych z czasem w „Konwersatoria krystalograficzne” organizowane tradycyjnie w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN. W pierwszym brało udział 4 uczestników, w 55. Konwersatorium w 2013 roku, 217 aktywnych uczestników. Konwersatoria te integrują polską krystalografię.
- Kolejnym czynnikiem, który wpłynął na intensywny rozwój krystalografii i rentgenografii były Międzynarodowe Szkoły Rentgenografii. W okresie 1967–1987 zorganizowano ich dziewięć. Pierwszą znów zorganizował prof. Wł. Trzebiatowski, ostatnią prof. J. Lipkowski. Szkoły umożliwiły młodzieży kontakty z wybitnymi krystalografami z Europy i USA, w tym z laureatami nagrody Nobla, jak prof. Dorothy Hodgkin i Jerome Karle. Były też efektywnym miejscem uzyskiwania staży naukowych w najlepszych laboratoriach świata. Po przemianach ustrojowych w 1989 roku kontakty zagraniczne stały się łatwe i zniknął jeden z impulsów do organizowania szkół.
- Należy również podkreślić dużą aktywność polskich autorów w opracowywaniu podręczników. Pierwszy polski podręcznik rentgenografii strukturalnej *Zarys rentgenograficznej analizy strukturalnej* – Wł. Trzebiatowski, Katowice 1950, *Krystalografia chemiczna i fizyczna* – J. Chojnacki, Warszawa 1961, *Zarys neutronografii kryształów* – J. Leciejewicz Warszawa 1980, *Krystalografia – podręcznik wspomagany komputerowo* – Z. Bojarski,

M. Gigla, M. Stróż, K. Surowiec, Warszawa 1996, to tylko niektóre z licznych podręczników, których nie sposób tu wymienić. W roku 1970 Z. Bojarski, A. Łaskiewicz i K. Łukaszewicz opracowali *Słownik terminów krystalograficznych*, który ma następne wydania.

Wymienione wyżej akcje prezentują głównie działalność największej grupy polskich krystalografów zajmującej się rentgenowską analizą strukturalną monokryształów. Równie bogatą działalność w zakresie organizacji szkół i kongresów naukowych mają w swym dorobku badacze w obszarze materiałów polikrystalicznych z prof. Z. Bojarskim i jego uczniami z Uniwersytetu Śląskiego oraz zespół prof. J. Żmiji z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie w badaniach nad wzrostem kryształów i ciekłych kryształów.

W 1966 roku Polska została przyjęta do International Union of Crystallography, (IUCr) która wydaje czasopisma i Tablice krystalograficzne, oraz organizuje co 3 lata Światowe Kongresy Krystalografii, a także sponsoruje Międzynarodowe Szkoły Krystalografii w Erice na Sycylii. Nasz kraj jest tam reprezentowany przez Komitet Krystalografii PAN. Kolejni prezesi Komitetu to profesorowie Wł. Trzebiatowski, K. Łukaszewicz, A. Pietraszko i M. Gdaniec. Polska należy również do European Crystallographic Association (ECA), które organizuje konferencje krystalograficzne w latach niezajętych przez kongresy Unii. Nasz kraj jest tam reprezentowany przez Polskie Towarzystwo Krystalograficzne; kolejni jego prezesi to profesorowie St. Hodorowicz i J. Lipkowski.

Dużą rolę w popularyzacji krystalografii wśród chemików spełnia Sekcja Krystalochemii PTCh – aktualny przewodniczący Sekcji to prof. M. Kubicki.

5. OŚRODKI KRYSZTALOGRAFICZNE

Komitet Krystalografii PAN grupuje polskich krystalografów w pięciu Sekcjach. Są to Sekcje: 1) Analizy strukturalnej (krystalochemii), 2) Krystalografii stosowanej (materiałów polikrystalicznych), 3) Krystalografii fizycznej, 4) Wzrostu kryształów, 5) Krystalografii białek. W tej kolejności wymienimy ośrodki, poświęcając uwagę tym, które wypromowały wielu doktorów i/lub organizowały konferencje naukowe [4]. Ze względu na planowaną objętość artykułu nie jest możliwy opis wszystkich ośrodków – wymienimy tylko ich nazwy.

6. KRYSZTALOCHEMIA

Zakład Krystalochemii i Krystalofizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego

W latach 1946–51 istniała Katedra Mineralogii kierowana przez prof. J. Tokarskiego i A. Gawła, która w roku 1951, decyzją władz centralnych, została przenie-

siona do Akademii Górniczo-Hutniczej. Na rok 1960 datujemy powstanie Zakładu o współczesnej nazwie. Zorganizował go przedwojenny uczeń prof. St. Kreutzta, doc. Józef Chojnacki, który przeszedł z Akademii Górniczo-Hutniczej. Kolejni kierownicy Zakładu to profesorowie B. Oleksyn, St. Hodorowicz, W. Łasocho, K. Stadnicka i K. Lewiński. Główne kierunki badań: kinetyka procesów krystalizacji, struktura związków nieorganicznych jak polimolibdeniany i związków organicznych, w tym aktywnych biologicznie, badanie struktury polikryształów, zależności struktura – aktywność optyczna, krystalografia białek. W 1979 roku prof. St. Hodorowicz zorganizował VI Szkołę Rentgenografii Strukturalnej, a w 2001 roku 20th European Crystallographic Meeting

Zespół Rentgenografii Strukturalnej i Krystalochemii na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej

Wykłady mineralogii i krystalografii prowadził w pierwszych latach po wojnie prof. Tadeusz Wojno. W Katedrze Chemii Nieorganicznej pod kierunkiem prof. E. Józefowicza rozpoczął pracę Z. Gałdecki, który w 1954 roku rozwiązał pierwszą strukturę kryształu nieorganicznego i po stażach u Wł. Trzebiatowskiego i M.A. Poraj-Koszica kierował Zespołem do roku 2000. Po nim kierownictwo przejął prof. M. Główka. Pozostali profesorowie: M. Bukowska-Strzyżewska, A. Korczyński, T. Bartzak, M. Wieczorek, J. Karolak-Wojciechowska, W. Wolf i R. Kruszyński. Główne kierunki badań: struktura związków nieorganicznych, fosforoorganicznych stanowiących specjalność chemii łódzkiej, związków koordynacyjnych metali przejściowych, leków i innych związków organicznych.

Z. Gałdecki zorganizował III Szkołę Rentgenografii Strukturalnej w 1972 roku, brał udział w organizacji kilku Konwersatoriów Krystalograficznych i sfinansował poprzez projekt resortowy budowę pierwszego polskiego dyfraktometru do monokryształów KUMA.

Zakład Krystalografii na Wydziale Chemii UAM w Poznaniu

Od roku 1945 do 1951 istniała pod kierownictwem prof. K. Smulikowskiego Katedra Mineralogii, która decyzją władz centralnych została przesiedlona na Wydział Geologiczny Uniwersytetu Warszawskiego. W 1953 roku utworzono załączek Pracowni Krystalografii. We wczesnych latach 60. po stażach u A.I. Kitajgorskiego Z. Kałuski, Z. Kosturkiewicz i T. Borowiak rozpoczęli badania struktury kryształów organicznych. Kierownicy Zakładu to Z. Kosturkiewicz i M. Gdaniec. Pozostali profesorowie: Z. Kałuski, T. Borowiak, U. Rychlewska, M. Jaskólski, A. Katrusiak, M. Kubicki. Główne kierunki badań, to struktura kryształów organicznych, agregatów supramolekularnych, wiązania wodorowe, gęstość elektronowa wiązań oraz wysokociśnieniowe badania wzrostu i struktury kryształów i krysta-

lografia białek. Na kilka lat został wyodrębniony Zakład Krystalochemii pod kierunkiem prof. Kałuskiego, jednak wkrótce nastąpił powrót do wspólnego Zakładu. W latach 1969–1998 przebywało w Zakładzie 32 stażystów spoza Poznania, w tym 6 Niemców. Z. Kosturkiewicz zorganizowała IV Szkołę Rentgenografii Strukturalnej w 1974 r. a Z. Kałuski, A. Katrusiak, U. Rychlewska i T. Borowiak zorganizowali w latach 1977–2002 11 Międzynarodowych Sympozjów Krystalochemii Organicznej. Niedawno „wypączkował” Zakład Chemii Materiałów, gdzie prof. A. Katrusiak kształci licznych doktorantów.

Zakład Krystalografii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego

Od roku 1945 wykłady dla studentów chemii prowadził prof. Ludwik Chrobak. Od 1953 roku wykłady i ćwiczenia z krystalografii dla chemików prowadził asystent prof. Trzebiatowskiego z Politechniki Wrocławskiej mgr Kazimierz Łukaszewicz. W 1961 roku, po stażu u prof. M.A. Poraj-Koszica uczeń prof. B. Trzebiatowskiej – Tadeusz Głowiak rozpoczął organizację laboratorium rentgenograficznego i w 1970 roku został mianowany kierownikiem Zakładu. Kolejni kierownicy to profesorowie Tadeusz Lis i Zbigniew Ciunik. Tematyka badawcza: struktura związków kompleksowych metali przejściowych, oksokompleksów metali, adduktów aminokwasów z metalami przejściowymi, kwasów aminofosfonowych i innych związków organicznych. Do 2005 roku opisano [4] w ponad 600 publikacjach strukturę ponad 1000 kryształów. Prof. T. Głowiak utrzymywał bliską współpracę z Uniwersytetem Lwowskim i w 2002 roku został doktorem *honoris causa* tego Uniwersytetu. Prof. Głowiak był również organizatorem II Szkoły Rentgenografii Strukturalnej w 1970 roku i VII Szkoły w 1982 roku. W Zakładzie istnieją dwa Zespoły Badawcze pod kierunkiem prof. T. Lisa i prof. Z. Ciunika.

Poza strukturą tych Zakładów badania krystalograficzne uprawia kilku pracowników Wydziału Chemii.

Zakład Fizykochemii Kompleksów Molekularnych w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie

Jako pierwszego krystalografa pracującego w tym Instytucie należy wymienić dr W. Wolframa. Od 1978 roku kierownikiem Zakładu jest prof. Janusz Lipkowski. Drugi profesor: Kinga Suwińska. Tematyka badawcza: struktura heteromolekularnych kompleksów, w których cząsteczka „gospodarza” wiąże różne cząsteczki „gości” w sposób odwracalny. Chodzi między innymi o separację składników mieszanin. Badane są cząsteczki „gospodarzy” takie jak zeolity, cyklodekstryny i kaliksareny. Badane są przejścia fazowe w kryształach tych związków. Prof. Lipkowski pomaga krystalografom z Kiszyniowa poprzez udostępnianie aparatury i staże oraz współpracuje z rosyjskimi i ukraińskimi krystalografami. W 1987 roku organizo-

wał IX Szkołę Rentgenografii Strukturalnej, a niedawno Szkołę zaczynającą nową serię.

Pracownia Krystalografii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

W latach 1946–1970 istniała Katedra Krystalografii, której kierownikami byli kolejno doc. Antoni Łaszkiewicz, dr Norbert Ramer i prof. Ludwik Chrobak. W sumie w tym czasie wypromowano 2 doktorów. W 1970 roku Katedrę przekształcono w Pracownię, i kierownikiem mianowano doc. Andrzeja Wiewiórę zajmującego się badaniem minerałów ilastych. W 1977 roku kierownikiem Pracowni został doc. Tadeusz Krygowski, który nadał Pracowni kierunek badań strukturalnych kryształów organicznych. Kolejnym kierownikiem Pracowni został jego uczeń prof. Krzysztof Woźniak. Tematyka badawcza: chemia strukturalna oparta o rentgenografię monokryształów organicznych, badanie materiałów optoelektronicznych, badania konsekwencji delokalizacji π -elektronowej, gęstość elektronowa wiązań, modelowanie struktury metodami chemii kwantowej.

Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej

W roku 1954 został zorganizowany przez prof. Wł. Trzebiatowskiego Zakład Chemii Ciała Stałego, w którym K. Łukaszewicz rozwiązał pierwszą we Wrocławiu strukturę kryształu. Zakład został przeniesiony do Polskiej Akademii Nauk. Po wielu latach przerwy w Instytucie Chemii Fizycznej i Teoretycznej badania rentgenograficzne podjęła prof. Ilona Turowska-Tyrk pochodząca z Uniwersytetu Warszawskiego. Tematyka badawcza: zmiany strukturalne w kryształach organicznych spowodowane promieniowaniem jonizującym oraz przejścia fazowe w kryształach. Prof. V. Videnova-Adrabińska bada strukturę kryształów inkluzyjnych i procesy rozpoznania cząsteczkowego. Na Politechnice Wrocławskiej prof. Wł. Trzebiatowski zapoczątkował Konwersatoria Krystalograficzne.

Niestety, ze względu na brak miejsca, wymienimy tylko nazwy pozostałych jednostek prowadzących badania strukturalne monokryształów [6]:

Zakład Chemii Strukturalnej i Krystalografii Uniwersytetu Łódzkiego

Zakład Krystalografii na Wydziale Chemii UMC-S w Lublinie

Zakład Krystalochemii i Biokrystalografii na UMK w Toruniu

Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej

Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej, Laboratorium Krystalografii

Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego

Instytut Chemii, Uniwersytet w Opolu

Instytut Chemii i Technologii Jądrowej w Warszawie

**Wydział Chemii Uniwersytetu Śląskiego
Instytut Chemii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
Wydział Farmacji Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu
Instytut Chemii Uniwersytetu w Białymstoku**

7. KRYSALOGRAFIA STOSOWANA – POLIKRYSZTAŁY

Instytut Fizyki i Chemii Metali / Instytut Nauki o Materiałach na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach

W 1959 roku prof. Zbigniew Bojarski z Instytutu Metalurgii Żelaza w Gliwicach przeniósł się do Katowic, gdzie zorganizował Zakład Krystalografii i wykłady dla kierunku chemii. W 1974 roku powstał Instytut Fizyki i Chemii Metali na Wydziale Techniki UŚ. Do 1991 prof. Z. Bojarski był dyrektorem tego Instytutu. Kolejni dyrektorzy to prof. H. Morawiec i E. Łągiewka. W 2003 roku zmieniono nazwę na Instytut Nauki o Materiałach na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach. Profesorowie Instytutu: E. Łągiewka, H. Morawiec, L. Pająk, K. Stróż, M. Stróż, M. Surowiec, K. Wokulska, Z. Wokulski i inni. Tematyka badawcza: rentgenografia materiałów polikrystalicznych, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska, wyznaczanie wielkości bloków mozaiki, rentgenografia wysokotemperaturowa, topografia rentgenowska, małokątowe rozpraszanie promieni rentgenowskich, metoda Rietvelda w udokładnianiu struktury polikryształów, otrzymywanie wiskerów, kwazikryształy. Od 1962 r. ośrodek organizuje konferencje „Rentgenowska analiza strukturalna w metalurgii i materiałoznawstwie” przekształcone w *Applied Crystallography* obejmujące metody dyfrakcji rentgenowskiej, elektronowej i neutronowej. Od roku 1990 organizowane są co 2 lata *Conferences of Applied Crystallography*. Prof. Z. Bojarski wraz ze współpracownikami jest autorem najpopularniejszych w Polsce podręczników krystalografii i podręczników nauki o materiałach, w tym *Krystalografia – podręcznik wspomagany komputerowo* z 1996 r.

Instytut Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, Laboratorium Dyfraktometrii Proszkowej i Spektrometrii

W latach 70. ubiegłego wieku prof. Waława Palczewska prowadziła badania katalizatorów metodami dyfrakcji powolnych elektronów (LEED) przy pomocy „działa elektronowego” z użyciem wysokiej próżni. W roku 1971 zorganizowała w Jabłonnej Polsko-Francuską Szkołę Dyfrakcji Elektronów z udziałem francuskich wykładowców i słuchaczy z obu krajów. Jej następcą był prof. J. Pielaszek. Obecnie kierownikiem Laboratorium jest prof. Z. Kaszukur. Tematyka badawcza: rentgenograficzne badania struktury materiałów polikrystalicznych i kwazi-amorficznych

w szerokim zakresie temperatur, metody numeryczne w badaniach mikrokrystalicznych próbek metali przejściowych, struktura i dynamika w reakcjach chemicznych nanokrystalicznych cząstek metali i ich stopów.

Wymienimy tylko nazwy pozostałych ośrodków [6]:

Wydział Inżynierii Procesowej Politechniki Częstochowskiej

Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej

Wydział Fizyki UAM w Poznaniu.

Zakład Dyfraktometrii Proszkowej, Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, Wrocław

Zakład Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków AGH w Krakowie

Zakład Krystalografii w Instytucie Chemii UŚ w Katowicach

Katedra Nauki o Materiałach Politechniki Śląskiej w Katowicach

Instytut Fizyki PAN w Warszawie

Instytut Technologii Elektronowej w Warszawie

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

Instytut Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie

Centralne Laboratorium Kryminalistyczne KG Policji w Warszawie

Ponadto metody rentgenografii proszkowej są stosowane w wielu ośrodkach badawczych i przemysłowych ośrodkach kontroli technicznej.

8. KRYSTALOGRAFIA FIZYCZNA

Zakład Krystalografii, Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu

Zakład został utworzony w 1966 r. przez prof. Wł. Trzebiatowskiego, kolejni kierownicy to prof. K. Łukaszewicz i A. Pietraszko. Profesorem jest też M. Wołczyr. Kierunki badawcze: zależność od temperatury i ciśnienia przejść fazowych w ferroelektrykach i ferromagnetykach, nadprzewodniki i nadprzewodniki superjonowe, fazy modulowane, dyfuzyjne rozpraszanie promieni rentgenowskich, badanie struktury wieloskładnikowych tlenków metali metodami dyfrakcji elektronów, analiza defektów sieci. Skonstruowano dyfraktometrię Bonda, a dwaj doktorzy K. Łukaszewicza - D. Kucharczyk i M. Malinowski - skonstruowali automatyczny dyfraktometr do monokryształów, który nadal świetnie się sprzedaje na kilku kontynentach.

W Zakładzie kształcą się doktoranci polscy i z Ukrainy – z Uniwersytetu Lwowskiego. Prof. Trzebiatowski zapoczątkował Konwersatoria Krystalograficzne; których organizację kontynuują kolejno prof. K. Łukaszewicz i prof. A. Pietraszko; w 2013

roku odbyło się 55. Konwersatorium. Prof. Trzebiatowski zorganizował Pierwszą Szkołę Rentgenografii Strukturalnej w 1967 roku – trwała miesiąc i kończyła się egzaminem pisemnym. W 1976 r. prof. K. Łukaszewicz zorganizował V Szkołę Rentgenografii Strukturalnej, a w 1986 r. we Wrocławiu 10th European Crystallographic Meeting.

Zakład Badań Strukturalnych, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Zakład został utworzony w latach 60. przez prof. St. Pieńkowskiego. Jego współpracownicy to prof. J. Auleytner i B. Buras. Kolejni kierownicy: prof. L. Sosnowski i prof. M. Lefeld-Sosnowska. Kierunki badawcze: defekty struktury monokryształów, rozpraszanie dyfuzyjne w kryształach arsenku galu w normalnej i niskiej temperaturze, zastosowanie promieniowania synchrotronowego do badania defektów w monokryształach, w tym w kryształach wykazujących własności optyki nieliniowej, generujące drugą i wyższe harmoniczne, badania przy użyciu dyfrakcji i rozpraszania nieelastycznego neutronów. Pomiary z użyciem spolaryzowanych neutronów na półprzewodnikach magnetycznych.

Zakład Fizyki Fazy Skondensowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

W 1963 r. w Instytucie Fizyki Jądrowej w Świerku powstał pod kierownictwem prof. Andrzeja Olesia Zakład Fizyki, który przekształcono w 1973 r w Zakład Fizyki Fazy Skondensowanej AG-H pod tym samym kierownictwem. Kolejny kierownik: prof. J. Wolny. Pozostali profesorowie: St. Kasprzyk, W. Sikora, K. Wierzbowski, St. Nizioł. Kierunki badań: skonstruowano dyfraktometr neutronów w Świerku. Prowadzono badania struktury krystalicznej, magnetycznej i przemian fazowych w kryształach, w tym uporządkowanie magnetycznych momentów atomowych, badania struktury elektronowej ciała stałego, teoriogrupową analizę symetryczną, analizę układów aperiodycznych, badania mechanizmów deformacji plastycznej, strukturę polimerów i kwazikryształów.

Zakład Fizyki Ciała Stałego, Wydział Fizyki UJ w Krakowie

Badania z zastosowaniem rozpraszania neutronów zapoczątkował prof. H. Niewodniczański. Kolejni kierownicy: prof. J. Janik i A. Szytuła. Tematyka badawcza: struktury krystaliczne i magnetyczne związków ziem rzadkich badane metodami rentgenografii i neutronografii, struktury magnetyczne od zgodnych ze strukturą do struktur modulowanych niewspółmiernie w najniższych temperaturach. Zbadano ponad 200 związków międzymetalicznych i opublikowano je w 2 książkach w 1994 i 1998 roku.

**Centralne Laboratorium Rentgenografii i Mikroskopii Elektronowej,
Instytut Fizyki PAN w Warszawie**

Utworzone w 1967 roku przez prof. J. Auleytnera. Kolejny kierownik prof. K. Ławniczak-Jabłońska. Tematyka badawcza: mechanizm uszkodzeń powierzchni ciał stałych przez promieniowanie laserowe, analiza fazowa za pomocą rentgenowskiej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej z użyciem źródeł konwencjonalnych i synchrotronowych, badanie struktur nieuporządkowanych, Badania przy pomocy mikroskopu elektronowego półprzewodników, tlenków metali, nadprzewodników, nanostruktur. Zastosowanie metody EXAFS do badania struktur bliskiego zasięgu. W 1978 roku prof. J. Auletner zorganizował w Warszawie 11th Congress of the International Union of Crystallography.

Podamy tylko nazwy pozostałych jednostek [6].

**Zakład Struktury i Dynamiki Sieci, Wydział Fizyki U. Warszawskiego
Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie
Zakład Fizyki Kryształów, Wydział Fizyki UŚ w Katowicach
Zakład Kinytyki Przejść Fazowych, Wydział Fizyki UJ w Krakowie
Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet w Bałymstoku
Laboratorium Rentgenowskie, Instytut Energii Atomowej, Świerk**

9. WZROST KRYSZTAŁÓW I CIEKŁE KRYSZTAŁY

**Zakład Fizyki i Technologii Kryształów,
Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie**

Jest to główne w Polsce i jedno z największych w Europie centrum hodowli monokryształów i badań nad ciekłymi kryształami. W 1958 roku prof. J. Żmija – kierownik Zakładu – rozpoczął badania nad krystalizacją metali i związków między-metalicznych, monokryształów i efektów dyfuzyjnych w kryształach [6]. Profesorowie: B. Ciszewski, M. Demianiuk, E. Igras, T. Łukasiewicz, H. Ziencik, E. Michalski, J. Frydrychowicz, K. Kulicki, A. Majchrowski, J. Sadowski, R. Swiłło, J. Weyherth (monokryształy) i K. Czupryński, R. Dąbrowski, Z. Raszewski, C. Rymarz, J. Baran, J. Kędziński, B. Kłosowicz, E. Michalski, E. Nowinkowski, T. Opara, J. Zieliński, M. Oliferczuk, P. Parkowski, W. Piecek, J. Rutkowska (ciekłe kryształy) [4]. W 1965 rozpoczęto poszukiwania nowych materiałów dla laserów i akustyki mikrofalowej. Dyfuzję domieszek badano przy pomocy małokątowego rozpraszania promieni rentgenowskich. Rozwinięto teorię dyfrakcji kryształów politypowych. Badano efekty epitaksji na GaAs – uruchomiono laser półprzewodnikowy. W 1974 roku rozpoczęto badania nad ciekłymi kryształami. Utworzono nowe mieszaniny i fazy przydatne w wyświetlaczach i innych elementach termo- i elektro-optycznych.

Rozwinięto nowe metody badań ciekłych kryształów. Opracowano warunki stosowania ciekłych kryształów w telewizji kolorowej. Odkryto efekt fotochromowy w kryształach BGeO Obecnie grupa przygotowuje monokryształy do konstrukcji laserów nowej linii. Monokryształy o większych efektach nieliniowych używane są do wytwarzania wyższych harmonicznych promieniowania laserowego. Są również prowadzone studia nad półprzewodnikami. Od 1972 roku WAT organizuje cykliczne konferencje na temat monokryształów i ciekłych kryształów. Od 1995 roku są to dwie międzynarodowe konferencje. W latach parzystych *International Conference on Solid State Crystals – Materials, Science and Applications*, w latach nieparzystych *International Conference of Liquid Crystals – Chemistry, Physics and Applications*.

Wymienimy tylko nazwy pozostałych jednostek [6].

Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, Wrocław

Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej

Instytut Chemii UŚ w Katowicach

Katedra Nauki o Materiałach Politechniki Śląskiej w Katowicach

Instytut Fizyki PAN w Warszawie

Instytut Technologii Elektronowej w Warszawie

Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej

W sierpniu 2013 roku zorganizowano w Warszawie Międzynarodową Konferencję Wzrostu Kryształów (ICCGE 17) – przewodniczący komitetu organizacyjnego: prof. Z. Zytkiewicz i J. Friedrich.

10. KRYSZTALOGRAFIA BIAŁEK

Centrum Badań Biokryystalograficznych, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu

Centrum prowadzące samodzielnie produkcję białek metodami inżynierii genetycznej, ich oczyszczanie i krystalizację oraz badania dyfrakcyjne zorganizował w 1994 roku prof. Mariusz Jaskólski, który wcześniej w National Cancer Institute (USA) wspólnie w prof. A. Włodawerem rozwiązał strukturę proteazy wirusa HIV. Wyposażenie laboratorium sfinansowała Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej. Profesorowie w Centrum: G. Bujacz, W. Rypniewski i dr hab. M. Sikorski. Kierunki badań: struktura kryształów białek pochodzących z wirusów, bakterii, grzybów, roślin i zwierząt, a także kompleksów fragmentów DNA z białkami. Z reguły kryształy o sprawdzonej na miejscu zdolności dyfrakcyjnej poddaje się badaniom dyfrakcyjnym przy użyciu rentgenowskiego promieniowania synchrotronowego. Prowadzone są też badania metodologiczne w zakresie wysokorozdzielczej krysta-

lografii makromolekuł. Ostatnio [6] rozwiązano strukturę białka z ziela dziurawca – Hyp-1 z grupy białek PR-10, o rekordowej liczbie 28 cząsteczek w asymetrycznej części komórki elementarnej. W ten sposób zamknęła się pętla między publikacjami 16-wiecznych lekarzy wydających herbarze opisujące zioła i minerały lecznicze i współczesną pracą krystalografów białkowych. Centrum postawiło sobie następujące cele: badania strukturalne na światowym poziomie, kształcenie nowej generacji biokrystalografów i stworzenie ośrodka integrującego specjalistów w skali krajowej i regionalnej. Centrum kształci licznych adeptów na studiach doktoranckich i stażach podoktorskich. Oprócz Polaków przebywało już tu 12 obcokrajowców z Indii, Meksyku, Portugalii, Turcji., Wielkiej Brytanii, Niemiec, Litwy i Ukrainy. Prof. Jaskólski organizuje wiele seminariów i zjazdów naukowych; wymienimy tu jedynie 3. 10. i 14. *Heart of Europe Biocrystallography Meeting „HEC”* w latach 2000, 2007 i 2011. Prof. Jaskólski jest wybranym członkiem European Molecular Biology Organization (EMBO).

**Laboratorium Krystalografii Białek,
Instytut Biochemii Technicznej Politechniki Łódzkiej**

Prof. Grzegorz Bujacz, po stażu u A. Włodawera w National Cancer Institute w USA zorganizował Laboratorium Krystalografii Białek, gdzie wraz z zespołem prowadzi badania struktury białek wirusowych, bakteryjnych i zwierzęcych, oraz kompleksów tych białek z inhibitorami. Słynie z świetnych umiejętności krystalizowania białek.

**Laboratory of Structural Biology, International Institute of Molecular
and Cell Biology (Max-Planck – PAN Joint Junior Research Group w Warszawie)**

Kierownik: prof. Matthias Bochtler- były student Roberta Hubera w Max-Planck Institute w Monachium. Wyposażenie sfinansowała strona niemiecka, polska i Unia Europejska. Grupa składa się głównie z Polaków. Badania to struktura nowych peptydaz, endonukleaz, fosforylaz nukleozydów i ich inhibitorów.

W tym Instytucie, poza Laboratorium prof. Bochtlera, badania struktury białek prowadzi również dwójka doktorów po stażach w USA.

**Zakład Krystalochemii i Krystalofizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego,
Grupa Badawcza Krystalografii Białek, Kraków**

Kierownik: prof. Krzysztof Lewiński po stażu u prof. Łukasza Lebiody na Uniwersytecie Południowej Karoliny (USA), zorganizował laboratorium białkowe. Prace

obejmują badania krystalograficzne rybonukleazy A i jej wariantów pod wysokim ciśnieniem, arylsulfatazy A, laktoglobuliny i innych białek.

Na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ pracuje również w dziedzinie krystalografii białek dr Grzegorz Dubin.

Zakład Krystalochemii i Biokrystalografii, UMK w Toruniu

Pod kierunkiem prof. A. Wojtczaka obroniono dwie prace doktorskie prezentujące struktury transtyretyny ludzkiej i szczurzej.

Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi

Prof. Barbara Nawrot prowadzi badania ludzkiego białka triady histydynowej.

11. POLSCY KRYSALOGRAFOWIE W AMERYCE PÓŁNOCNEJ

Jak dziś znane jest nazwisko Ignacego Domeyki w Południowej Ameryce, tak zaczyna budzić uwagę praca Polaków w dziedzinie krystalografii białek w Ameryce Północnej. Wyjątkowo duża grupa polskich krystalografów kieruje laboratoriami krystalografii białek w USA i Kanadzie. Są to [7] w USA: A. Joachimiak (Argonne Natl. Lab.), E. Ciszak (NASA), A. Włodawer, Z. Dauter (NCI), Ł. Lebioda (U. of S. Caroline), Z. Otwinowski , D. Borek (U. of Texas), Z. Wawrzak (APS), Z. Derewenda, W. Minor, M. Sabat (U. of Virginia). W Kanadzie pracują: M. Cygler (NRC), P. Grochulski (U. of Saskatchewan). Należy podkreślić, że wielu z nich dysponuje stacjami dyfrakcyjnymi przy synchrotronach. Jako przykład wymienimy Andrzeja Joachimiaka, który jest dyrektorem Structural Biology Center z jego synchrotronową linią dyfrakcyjną w Advanced Photon Source w Argonne.

Z. Otwinowski i A. Minor są autorami programu komputerowego HKL 2000 przetwarzającego synchrotronowy obraz dyfrakcyjny w zbiór danych do obliczeń struktury białek. W środowisku krystalografowie białkowi nazywani są żartobliwie „polską mafią”, utrzymują bliskie kontakty ze „starym krajem” i przyjmują stamtąd młodych adeptów na staże. W listopadzie 2011 roku w Warszawie odbył się kongres zorganizowany przez prof. J. Bujnickiego „Multi-Pole Approach to Structural Biology”, gdzie spotkali się niemal w komplecie polscy i amerykańscy krystalografowie białek oraz bioinformatycy, którzy na podstawie znajomości sekwencji aminokwasów w białku i wiedzy o kształcie fragmentów już rozwiązanych struktur budują modele komputerowe cząsteczek białkowych. Ich prace traktujemy jako hipotezy wymagające weryfikacji doświadczalnej. W kongresie wzięli również udział przedstawiciele polskich władz naukowych i ambasady USA Radzono nad dalszym rozwojem polskiej nauki.

UWAGI KOŃCOWE

Z okazji stulecia nagrody Nobla za odkrycie dyfrakcji promieni rentgenowskich na kryształach, na gmachu III Liceum im. św. Jana Kantego w Poznaniu zostanie odsłonięta w kwietniu 2014 roku tablica upamiętniająca, że tu uczył się gimnazjalista Max Laue – przyszły laureat tej nagrody.

Również z okazji tej rocznicy w czerwcu 2014 roku odbędzie się we Wrocławiu Ogólnopolska Olimpiada Krystalograficzna dla studentów i uczniów szkół ponadgimnazjalnych z bardzo atrakcyjnymi nagrodami.

Krystalografia polska, która dołączyła do nauki międzynarodowej dopiero w drugiej połowie dwudziestego wieku, dzięki pracy wielu entuzjastów szybko osiągnęła poziom światowy i dziś mamy polskich redaktorów w międzynarodowych czasopismach krystalograficznych, polskich wykładowców w Międzynarodowych Szkołach Krystalografii w Erice, a nasi młodzi wychowankowie zyskują uznanie w ośrodkach zagranicznych z powodu wyższych niż przeciętne umiejętności i wiedzy teoretycznej oraz przyjeżdżają do nas na studia zagraniczni adeptci.

PIŚMIENNICTWO CYTOWANE

- [1] J. Kepler, *Noworoczny podarek albo o sześciokątnych płatkach śniegu*, (tłumaczenie): Wyd. Uniw. Warszawskiego, 2006.
- [2] C.P. Schuh, *On the History of Mineralogy and Crystallography from Beginnings through 1919*, Tucson, Arizona, 2007, str. 315.
- [3] M. Iłowiecki, *Dzieje Nauki Polskiej*, Wyd. Interpress, Warszawa 1981.
- [4] *Dzieje krystalografii polskiej*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań, 2005.
- [5] J.M. Robertson, [w:] *Fifty Years of X-Ray Diffraction*, International Union of Crystallography, Utrecht, 1962, str. 147.
- [6] 55. Konwersatorium Krystalograficzne, Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, Wrocław 2013, Streszczenia komunikatów.
- [7] NEWSLETTER of the International Union of Crystallography, Vol. 15, No. 1, Buffalo, USA, 2007.

Praca wpłynęła do Redakcji 16 grudnia 2013

