



200 LAT GEOMETRII WYKREŚLNEJ W POLSCE

200 YEARS OF DESCRIPTIVE GEOMETRY IN POLAND

Joanna Arlet, Piotr Arlet

dr. inż. arch., dr inż. arch.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Wydział Budownictwa i Architektury
Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego

STRESZCZENIE

Geometria wykreślna zajmuje się teoretycznym i praktycznym rozwiązywaniem problemów geometrycznych, głównie przestrzennych, metodami konstrukcji platońskiej. Współcześnie jest klasycznym przedmiotem akademickim na wszystkich uczelniach technicznych. W bieżącym roku mija dwieście lat od zainaugurowania wykładów z geometrii wykreślnej w naszym kraju. Ten jubileusz jest okazją by przyrzeć się historii tego przedmiotu i geometrii w ogóle, by przypomnieć postaci wybitnych uczonych i zastanowić się nad rolą geometrii wykreślnej w kształceniu inżynierów różnych specjalności technicznych.

Słowa kluczowe: geometria wykreślna, rzuty, odwzorowanie, perspektywa linearna

ABSTRACT

Descriptive geometry is looking after practical and theoretical solution of geometrical problems on three-dimensional space with compass and straightedge constructions. Nowadays it is a classical academic branch at all types of technical universities. In 2009 passed by 200-years anniversary of descriptive geometry inauguration lecture in Poland. This jubilee is an occasion to describe a history of this branch, to remind distinguished scientists, and to consider how important descriptive geometry is during engineering education process at different technical specializations.

Keywords: descriptive geometry, projection, geometrical function, lineal perspective

O AUTORACH:

Autorzy są małżeństwem, dzielącym zainteresowania naukowe. Oboje pracują w Instytucie Architektury i Planowania Przestrzennego. Dr Joanna Arlet prowadzi wykłady z przedmiotu historia architektury, dr Piotr Arlet kieruje Zespołem Geometrii Wykreślnej.

1. MIEJSCE GEOMETRII WYKREŚLNEJ WŚRÓD NAUK TECHNICZNYCH

W praktyce inżynierskiej istnieje szerokie spektrum problemów, które nie wymagają przeprowadzania jakichkolwiek obliczeń, lecz wyłącznie zaproponowania prawidłowego rozwiązania i jego starannego opracowania. W tym zakresie mieści się między innymi kształtowanie elementów urządzeń i szeroko pojętych konstrukcji inżynierskich w trójwymiarowej przestrzeni. Problematyką tą zajmuje się teoretycznie i praktycznie geometria wykreślna. Aktualnie jest ona przedmiotem obowiązkowym na wielu kierunkach studiów inżynierskich, przede wszystkim na architekturze, budownictwie, budowie maszyn i kierunków pokrewnych.

Przedmiotem zainteresowania geometrii wykreślanej jest rozwiązywanie problemów geometrycznych w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej. Realizuje ona te same cele co geometria analityczna, tylko innymi metodami. W miejsce obliczeń wykorzystujących równania kolejnych stopni, geometria wykreślna korzysta z tzw. konstrukcji klasycznej postulowanej przez Platona na przełomie V i IV wieku p.n.e.

Nauczanie geometrii wykreślanej wypełnia dwie funkcje o kapitalnym znaczeniu: wyrabia i rozwija wyobraźnię przestrzenną oraz uczy adeptów zawodów inżynierskich przedstawiania skomplikowanych przestrzennie utworów i konstrukcji w postaci rzutów. Nieporozumieniem jest sprowadzanie geometrii wykreślanej do roli nauki pomocniczej rysunku technicznego. Jest ona samodzielną gałęzią matematyki i geometrii. W niniejszym opracowaniu zostanie przypomniana pokrótce historia przedmiotu. Okazją dla tego przyczynku jest mijająca w bieżącym roku okrągła, dwusetna rocznica geometrii wykreślanej w Polsce.

2. GEOMETRIA W POLSCE PRZED ROZBIORAMI

W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na wysoki poziom geometrii w Polsce przedrozbiorowej. Wyjaśniając przyczyny tego zjawiska, musimy pamiętać co ten termin, w tamtych czasach, oznaczał. Wszak po grecku, *geometria* oznacza pomiar ziemi, i od zarania takie było praktyczne znaczenie tej nauki. W czasach, o których mowa, geometria nie oddzieliła się jeszcze definitywnie od geodezji, podówczas zwanej miernictwem, chociaż już wyraźnie separowano teorię geometryczną od praktyki pomiarowej. Geometria stanowiła w stosunku do tej ostatniej, jak gdyby kurs wyższy, wykładany w różnego rodzaju szkołach o charakterze wyższym. W Europie była wykładana już na średniowiecznych uniwersytetach w ramach tzw. siedmiu sztuk wyzwolonych¹. Jej znajomość obowiązywała geodetów wyższego stopnia, nazywanych w Polsce *pomierniczymi*.

Rzeczypospolita Obojga Narodów była państwem na wskroś agrarnym. Jej gospodarka była nastawiona, dość jednostronnie, na produkcję rolniczą, przeważnie różnego rodzaju zbóż. Odbывała się ona w gospodarstwach o zróżnicowanej wielkości: od olbrzymich latyfundiów magnackich, do kilkuhektarowych majątków szlachty zaściankowej. Działy majątków i różnego rodzaju transakcje handlowe między szlachcą² rodziły potrzebę pomiarów gruntów dokonywanych „w terenie”.

Polska w okresie przedrozbiorowym posiadała pierwociny systemu „państwowej” służby geodezyjnej. W każdym powiecie lub ziemi na prawach powiatu istniał ziemski urząd podkomorzego. Podkomorzy przechowywał u siebie mapy powiatu i tzw. księgi podkomorskie (odpowiednik współczesnych ksiąg wieczystych). Przewodniczył sądowi

¹ Sztuki wyzwolone dzieliły się na kurs niższy, *trivium*, obejmujący gramatykę, dialektykę i retorykę, oraz kurs wyższy, *quadrinum*, na który składały się: geometria, arytmetyka, astronomia i muzyka.

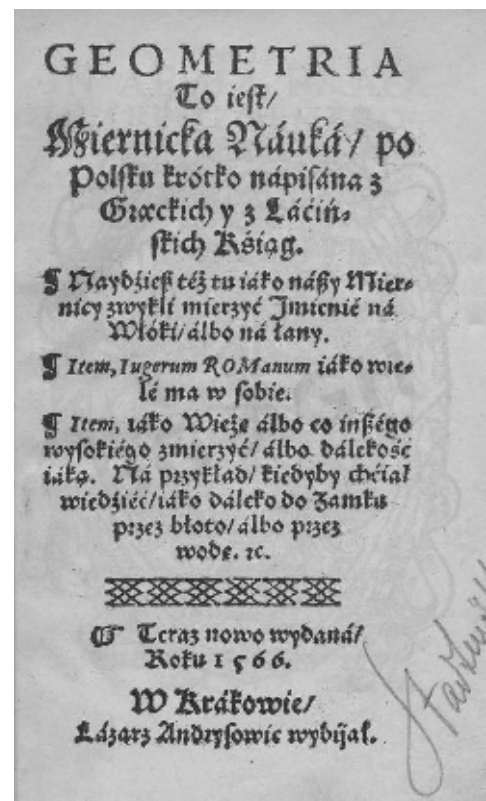
² Do końca XVIII wieku właścicielem ziemi w zasadzie mógł być wyłącznie szlachcic, kościół lub suweren.

rozstrzygającym spory szlachty, których przedmiotem były nieruchomości (głównie ziemia), utrzymywał i dysponował zespołem własnych mierniczych (tzw. *limitanci*).

Potężnym bodźcem dla rozwoju miernictwa i geometrii w Polsce, była przeprowadzona w latach 1557-1561 w litewskich dobrach wielkksiążęcych Zygmunta Augusta tzw. *pomiara włóczna*. Miała ona ujednoczyć zasady gospodarki rolnej w królewskich dobrach, uczynić ją bardziej „przejrzystą”, a co za tym idzie, ukrócić nadużycia dzierżawców. W ramach tej reformy, regulowano kształty wsi i pól, poszczególnym gospodarstwom chłopskim przydzielono skomasowane grunty o podobnej powierzchni, wraz z określonymi powinnościami. Po zakończeniu reformy na Litwie, podobnie rozmierzono dobra podlaskie (Podlasie na mocy Unii Lubelskiej, zaliczane do Korony). Za przykładem króla, poszli liczni magnaci dzieląc na łany swe olbrzymie majątki. W ilości mierników jednak wymienione regiony wyprzedzało Mazowsze. Można przypuszczać, że powodem tego było postępujące w tej dzielnicy, rozdrobnienie drobnoszlacheckiej własności ziemskiej. Wymagało ono większej dokładności w dokonywaniu pomiarów szczyptych gruntów.



Il. 1. Ks. Jan Brożek, profesor i założyciel pierwszej Katedry Geometrii na Uniwersytecie Jagiellońskim. Źródło: wg współczesnego konterfektu



Il. 2. Strona tytułowa pierwszego polskiego podręcznika geometrii autorstwa Stanisława Grzepskiego z 1566 roku. Źródło: reprint z 1861 roku w posiadaniu Biblioteki Głównej AGH

Z Mazowsza właśnie pochodził Stanisław Grzepski (1524 - 1570), profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, który w 1566 opublikował po polsku pracę: *Geometria, to jest Miernicka Nauka...* (1566, il. 2.). Jest to książka wychodząca na przeciw potrzebom rozwijającego się gospodarczo kraju. Wspomniana wyżej reforma *włóczna* przeprowadzana właśnie w królewskich dobrach i licznych majątkach magnackich, wymagała rzeszy wykwalifikowanych geodetów. Polskojęzyczny podręcznik dostarczał potrzebnej wiedzy w najprzystępniejszej formie oraz pomagał w edukacji. Pierwsza część zawiera podstawowy kurs geometrii. Aby go napisać, Grzepski musiał stworzyć elementarną,

polską terminologię geometryczną, która to zasługa pozwala postawić go w jednym rzędzie z Janem Kochanowskim, z którym *nota bene*, przyjaźnił się w okresie studiów. Druga część poświęcona jest praktycznym metodom pomiarów. Natomiast międzynarodowy rozgłos przyniosła Grzepskiemu łacińska rozprawa o starożytnych systemach miar, wag i systemach monetarnych.

W 1631 roku ks. Jan Brożek (il. 1.) założył na Uniwersytecie Jagiellońskim Katedrę Geometrii.

Protestant i szlachcic Józef Naronowicz-Naroński (ok. 1610-1678) swoje wielkie polskojęzyczne dzieło *Księgi nauk matematycznych*, stworzył w latach 1655 - 1659, w okresie „potopu” szwedzkiego i zdrady Radziwiłłów (których był dworzaninem). To obszerne opracowanie zawiera w pierwszym tomie wykład arytmetyki, drugi jest poświęcony miernictwu i kartografii, trzeci w całości budownictwu, fortyfikacjom, wreszcie perspektywie. Niestety, dzieło nigdy nie zostało wydane w całości, a co za tym idzie było nieznanie szerokim kręgom potencjalnych odbiorców, nie przyniosło więc zasłużonej sławy swemu twórcy, ani większego pożytku ogółowi.

Z mecenatem króla Jana III Sobieskiego wiążą się nazwiska dwóch uczonych jezuitów. Pierwszy z nich to Stanisław Solski (1622-1701). Pozostawiając na boku pisma religijne i projekty *perpetuum mobile*, która to *idea fix* dręczyła go przez całe dojrzałe życie, Solski jest autorem dwóch znakomitych podręczników. Pierwszy to *Geometra Polski, to jest nauka rysowania...* (trzy tomy ukazywały się kolejno w latach 1683 - 1686). Jest to praktyczny kurs miernictwa, wraz z opisem instrumentów, z których część była „patentem” samego autora. *Architekt Polski, ...* (1690) wbrew tytułowi, nie zajmuje się zagadnieniami estetycznymi, lecz budownictwem wraz z konstrukcją maszyn budowlanych (il. 3.), młynów, tartaków, wiatraków itp. Do XIX wieku były to najpopularniejsze polskojęzyczne książki z tego zakresu.

Drugi jezuita, Adam Adamady Kochański (1631 - 1700), to przede wszystkim matematyk; dzięki korespondencji z Leibnizem, pierwszy w Polsce poznał zasady rachunku różniczkowego. Jako zdolny mechanik udoskonalił konstrukcję zegarów a ze statyki rozważał problem równoległoboku sił. W naszej „galerii” znalazł miejsce dzięki dokonaniom z dziedziny geometrii. W 1685 roku ogłosił wykreślną metodę rozwinięcia okręgu, a co za tym idzie, przybliżoną kwadraturę koła, która dzięki swej prostocie jest popularna do dziś. Podobnie jak Stanisław Solski, Kochański miał swojego „mola”; przez całe życie, zawzięcie uprawiał alchemię, ale o ile wiadomo, nic na tym polu nie wskórał.

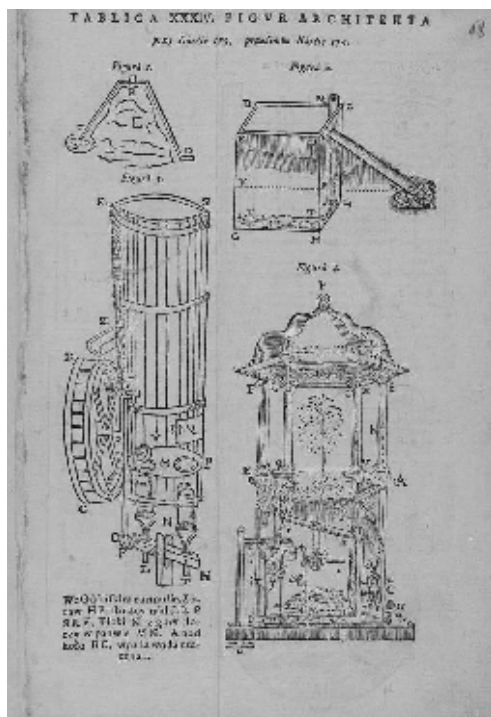
3. GEOMETRIA POLSKA W OKRESIE ZABORÓW, W XIX I W XX WIEKU

W okresie zaborów nauka polska nie posiadała, niestety, optymalnych warunków dla rozwoju. Trzy staropolskie ośrodki uniwersyteckie, do których dołączyła wkrótce dawna stolica – Warszawa – odizolowały od siebie kordony zaborców. Obce władze krzywo patrzyły na te instytucje, skąpiły środków finansowych na utrzymanie uczelni i badania. Wywierano naciski na uczonych aby ci odchodzili od polszczyzny w swoich pracach naukowych i w kursach dla studentów. Pomimo urzędniczych szykan nauka polska, choć odrobinę zapóźniona, odnotowała szereg sukcesów i wydała galerię wybitnych osobistości. Dobrym przykładem zabiegów o utrzymanie europejskiego poziomu w okresie zaborów, jest historia geometrii wykreślanej.

Za twórcę geometrii wykreślanej uznaje się wybitnego francuskiego matematyka i inżyniera Gasparda Monge’a (1746-1818, il. 4.). Pomimo mieszczańskiego pochodzenia w czasach *ancien régime*’u zrobił on błyskotliwą karierę naukową. W 1780 został przyjęty do Akademii Francuskiej (*Academie des Sciences*). Również po Wielkiej Rewolucji Francuskiej działał aktywnie, w 1794 roku został współzałożycielem *Ecole Polytechnique*, pierwszej uczelni technicznej na poziomie akademickim. Był jednym z uczonych, którzy z wojskami Napoleona wzięli udział w wyprawie egipskiej, a następnie założyli w Kairze Instytut Egipski.

W 1799 roku Monge wydał w Paryżu *Géométrie descriptive*, w której stworzył bardzo udaną syntezę rzutów prostokątnych na dwie prostopadłe rzutnie: poziomą i pionową, z konstrukcjami platońskimi, wykonywanymi tradycyjnie przy pomocy elementarnych przyrządów kreślarskich. Geometria wykreślna rychło znalazła szerokie zastosowanie w budownictwie cywilnym, chociaż pierwotnie była pomyślana jako nauka pomocnicza dla fortyfikacji, w której kumulują się liczne problemy geometryczne, ale także z dziedziny geodezji i geotechniki.

Za pierwszą polską wyższą szkołą techniczną można uznać Szkołę Aplikacyjną, która powstała w 1809 roku w Warszawie i była wzorowana na podobnej francuskiej w twierdzy w Metz. Działała w gmachu dawnego *Collegium Nobilium* (il. 5.) z przerwą (1812-1820) aż do wybuchu Powstania Listopadowego. Placówka kształciła głównie oficerów na potrzeby artylerii i korpusu inżynierów. Uczęszczali tu 12, potem 16 osób, w tym także cywilów, ponieważ w tamtych czasach wykształcenie techniczne można było zdobywać wyłącznie w szkołach o charakterze militarnym, szczególnie, że trwały właśnie wojny napoleońskie. Ponieważ Polacy byli najwierniejszymi sojusznikami Cesarza, pierwszym komendantem został kapitan Nicolas Rouget, a z paryskiej *Ecole Polytechnique* oddelegowano do Warszawy matematyka Joachima Liveta. Wykładał on geometrię wykreślą dla polskich elewów prawdopodobnie już na początku 1809 roku, jeszcze przed rozpoczęciem w kwietniu zwycięskiej wojny z Austrią. Jeden z elewów, Józef Jaszowski, tak w pamiętnikach opisuje postać matematyka:



Il. 3. Ilustracja z dzieła *Architekt Polski* Stanisława Solskiego przedstawiająca urządzenia hydrauliczne. Źródło: zbiory Biblioteki Narodowej w W-wie



Il. 4. Gaspard Monge, matematyk, twórca geometrii wykreślnej i współzałożyciel *Ecole Polytechnique*. Źródło: sztuch współczesny

„Mieliśmy profesorem Liveta, sprowadzonego na to umyślnie ze szkoły politechnicznej z Paryża, w której był korepetytorem.” Był to mały Francuzik, blondynek, z wielką tabakierą, ale biegły we wszystkich częściach matematyki. Gdyśmy do niego kilku nas na korepetycję uczyliśmy – a miał ładną żonę – musieliśmy tęgo uważać, żeby z ogromnych algebraicznych rachunków, które na

tablicy ślicznym pismem prowadził, nic nie uрониć i razem na żonę jego zerkać, która, jak widać było, o to się wcale nie gniewała, bo mogąc i być w innym pokoju, z robótką do naszego gabinetu regularnie przychodziła i siadywała. Któż wie, może miała wrodzony gust do algebry, bo posądzać nigdy nie należy [4].”

„Talent pana Liveta w wykładaniu najtrudniejszych przedmiotów był nadzwyczajny.” – wspomina Klemens Kołaczkowski, późniejszy generał i dowódca wojsk inżynieryjnych w Powstaniu Listopadowym – „Najzawilszy przedmiot po jego wykładzie wydawał się jasny jak słońce, dopiero trudności się spostrzegło przy powtarzaniu. Jakaż szkoda, że tak wielki talent dla nas tak rychło stracony został [3].”

Karol Livet, zmarł wiosną 1812 roku, a wdowa otrzymała od rządu zapomogę na powrót do Francji. Inną ciekawą postacią w Szkole Aplikacyjnej był Christian Piotr Aigner, wybitny architekt polskiego klasycyzmu, autor wielu obiektów i teoretyk. Prowadził tu zajęcia z rysunku i podstaw architektury.

Szkoła aplikacyjna wykształciła wielu wybitnych oficerów i inżynierów, warto w tym miejscu wymienić Józefa Bema, Klemensa Kołaczkowskiego i Ignacego Prądzyńskiego. Z grona uczniów w mundurach wyróżniał się Franciszek Sapalski (1791 - 1838). Ten dwudziestoletni, młody człowiek z własnej inicjatywy przetłumaczył teorię geometrii wykreślnej na język polski i przedłożył swoje opracowanie Towarzystwu Przyjaciół Nauk do oceny już w roku 1812 („O roku ów !”). Prawdopodobnie doceniono jego talent i zapał, ponieważ w konsekwencji, zamiast maszerować z wojskiem na Moskwę, trafił do Paryża, do *Ecole Polytechnique*. Tam przeżył krwawy zmierzch epopei napoleońskiej, w latach 1813-1815. Autorzy pozwolili sobie przypuścić, że Sapalski musiał tu poznać samego Monge'a, oraz wybitnego polskiego matematyka, oficera powstania kościuszkowskiego i legionów polskich, starszego o jedno pokolenie, Józefa Marię Hoene-Wrońskiego (1778-1853). Od 1816 roku nasz bohater mieszka w Rzeczypospolitej Krakowskiej, gdzie zostaje pierwszym profesorem geometrii wykreślnej na Uniwersytecie Jagiellońskim. Tu w 1818 wydaje rozprawę *Teoria Stereotomii, czyli Geometrii wykreślnej*. Dług wobec swojej *Alma Mater* spłaca wydając w Warszawie podręcznik dla podchorążych *Geometria wykreślna z zastosowaniem do perspektywy, cieniów, gnomoniki, kamieniarstwa, ciesiołki i innych konstrukcji, wypracowana dla użytku szkoły wojskowej aplikacyjnej* (1822). Prace Sapalskiego udostępniły rodakom geometrię wykreślną w języku ojczystym mniej więcej w tym samym czasie, jak dokonali tego Rosjanie, a o dwie dekady wcześniej niż np. Niemcy.

W dobie zaborów, geometrią wykreślną zajmowało się wielu wybitnych uczonych polskich. W XIX wieku byli to G.H. Niewęgłowski i A. Sagajło. Tych z kolei, na początku XX wieku, zastąpiło młode pokolenie: A. Lewenberg, M. Feldblum i M. Łazarski. W okresie międzywojennym obok K. Bartla wymienić musimy St. Gałickiego i A. Płamitzera. Jednym z tragicznych skutków II wojny światowej była utrata, jednego z dwóch przodujących ośrodków galicyjskich, Politechniki Lwowskiej. Mówiąc o trudnych latach powojennych i okresie stalinowskim należy podkreślić zasługi braci Franciszka i Edwarda Ottów.

4. NAJWYBITNIEJSZA POSTAĆ GEOMETRII POLSKIEJ XX WIEKU – PROFESOR KAZIMIERZ BARTEL

Kazimierz Bartel urodził się w roku 1882. Po ukończeniu szkoły przemysłowej pracował początkowo jako ślusarz. Maturę uzyskał eksternistycznie. Po studiach na Politechnice Lwowskiej zdobył dyplom na Wydziale Budowy Maszyn. Zacięcie teoretyczne, przejawiane przez młodego inżyniera sprawiło, że prof. Mieczysław Łazarski mianował go swym asystentem, w kierowanej przez siebie Katedrze Geometrii Wykreślnej. Z tą jednostką naukową, Kazimierz Bartel, pozostał związany przez całe swoje życie. W 1913 roku objął, po prof. Łazarskim, jej kierownictwo, początkowo jako profesor nadzwyczajny, już wkrótce, w roku 1917, uzyskał stopień profesora zwyczajnego.

Kazimierz Bartel (il. 6.) w swojej pracy naukowej zajmował się początkowo, geometrią syntetyczną. W rozprawach doktorskiej i habilitacyjnej opracował utwory szeregów i pęków inwolucyjnych. Jednak temperament naukowca i osobiste zainteresowania skierowały go ostatecznie w inną stronę, ku perspektywie. Przez wiele lat gromadził materiały z tej dziedziny, poświęcając temu, jak zaświadcza Franciszek Otto, nawet akademickie wakacje. Owocem żmudnych badań było dwutomowe dzieło *Perspektywa malarska*, ukazujące się od roku 1928. Pomimo upływu dokładnie 70 lat, ta fundamentalna praca nie została przelicytowana przez naukowców następných pokoleń i dzisiaj możemy nadal śmiało nazywać ją „ostatnim słowem” w omawianej dziedzinie. Prof. Bartel w swojej pracy, nie tracił z pola widzenia dydaktyki. Dowodzą tego doskonale podręczniki jego autorstwa, do nauki przedmiotu geometria wykresłna. Taki właśnie charakter ma również pierwsza część wzmiankowanej *Perspektywy malarskiej*.

Najwięcej rozgłosu i sławy, poza dość wąskim środowiskiem akademickim i naukowym, na skalę ogólnokrajową, przyniosła prof. Bartłowi jego działalność polityczna. W szerokiej panoramie ugrupowań II Rzeczypospolitej, profesor sytuował się w nurcie sanacyjnym. Dwukrotnie piastował tekę ministerialną: po raz pierwszy, w latach 1919/20 był ministrem kolei żelaznych, powtórnie między rokiem 1926 a 1927, ministrem wyznań religijnych i oświecenia publicznego. Trzy razy Kazimierz Bartel stawał na czele rządu, w roku 1926, a następnie w latach 1928/29 i 1929/30. Szczególnie ta pierwsza kadencja, sprawowana bezpośrednio po przewrocie majowym, zapisała się dobrze w pamięci współobywateli pacyfikacją nastrojów i zaprowadzeniem pewnego konsensusu społecznego. Powierzenie tego stanowiska profesorowi Bartłowi, w tak trudnym momencie historycznym, świadczy o tym, jak wielki posiadał szacunek i zaufanie.



Il. 5. Gmach dawnego *Collegium Nobilium* przy ul. Miodowej, gdzie od 1809 roku mieściła się Szkoła Aplikacyjna, nieco przebudowany istnieje do dziś. Źródło: akwarela z XVIII wieku



Il. 6. Kazimierz Bartel, profesor Politechniki Lwowskiej i premier II RP. Źródło: zdjęcie z 1929 roku

Kazimierz Bartel został zamordowany przez hitlerowców w 1941 roku. Okoliczności każą łączyć tę zbrodnię z akcją wymierzoną przeciw nauce i inteligencji polskiej, chociaż aresztowania profesora dokonano o dwa dni wcześniej, na posiedzeniu Katedry Geometrii Wykresłej. Pozostali profesorowie zostali aresztowani 4 lipca i rozstrzelani jeszcze tej samej nocy. Egzekucja profesora Bartla odbyła się natomiast trzy tygodnie później, na podstawie osobnego wyroku, wydanego w Berlinie.

5. PODSUMOWANIE

Ostatnie dwa dziesięciolecia przyniosły szybki rozwój oprogramowania wspomagającego proces projektowania (zwłaszcza kolejne wersje programów AutoCAD, i ArchiCAD), które wyręcza użytkownika w wykonywaniu różnych rodzajów rzutów (przede wszystkim prostokątnych, ale także aksonometrycznych oraz rzutu środkowego, czyli perspektywy). Z drugiej strony praca w programach tego typu polega od samego początku na tworzeniu wirtualnego modelu obiektu w trójwymiarowej przestrzeni. Wymaga to od projektantów wyższych kwalifikacji, w tym umiejętności rozwiązywania problemów z zakresu geometrii przestrzennej oraz wyrobionej wyobraźni przestrzennej. Wydaje się więc, że nauczanie geometrii wykreślnej pozostaje głęboko sensowne, a jej elementarne założenia i funkcje które wypełnia, są ciągle aktualne.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Bartel K., *Perspektywa malarska*, t. 1 i 2, PWN, Warszawa 1958;
- [2] Dianni J., Warchutka A., *Z dziejów polskiej myśli matematycznej*, Państw. Zakład Wyd. Wyd. Szkolnych, Warszawa 1957;
- [3] Gembarzewski B., *Wojsko Polskie 1807-1814*, Gebethner i Wolff, Warszawa 1905;
- [4] Jaszowski J., *Pamiętnik dowódcy raketników konnych*, PAX, Warszawa 1968;
- [5] Kofler E., *Z dziejów matematyki*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1962;
- [6] Morawski R., Nieuważny A., *Wojsko Księstwa Warszawskiego; artyleria inżynierowie, saperzy*, Wyd. Pelta, Warszawa 2004, ISBN 83-85314-18-0;
- [7] materiały: Internet, Wikipedia;