



Prof. dr hab. inż. Krzysztof Kluszczyński, dr h.c.
POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Dlaczego młody naukowiec - inżynier powinien być humanistą?

Streszczenie: Artykuł porusza problemy wąskich specjalizacji edukacyjnych oraz konieczność wyboru przez młodych ludzi konkretnych, „hermetycznych” kierunków. W obecnych czasach młodzi ludzie bardzo wcześnie są motywowani do wyboru jednej z dwóch możliwych opcji: humanistycznej, bądź też technicznej. Podane w artykule przykłady pokazują jak trudno jest oddzielić od siebie matematykę, fizykę, technikę, muzykę, malarstwo czy też techniki komputerowe. Podział wiedzy na nauki techniczne, ścisłe i humanistyczne jest – tak naprawdę – wymysłem człowieka, a umysł ludzki jest stworzony i przygotowany do wszechstronności.

Why young scientist-engineer should be a humanist?

Summary: The paper focuses on the problems of narrow specialization of education and the need for young people to choose specific, "hermetic" directions. Nowadays, young people very early are motivated to choose one of two possible options: the humanistic or technical. The paper gives examples showing how difficult it is to separate from one another areas such as mathematics, physics, technology, music, painting or computer techniques. The division of knowledge into technical sciences and humanities is in fact only the invention of man and the human mind is created and prepared for versatility.

Czy inżynier powinien być humanistą? Słowniki języka polskiego wskazują przede wszystkim na całkowitą odmienną i rozłączność zainteresowań inżyniera i humanisty. Przeciwwstawiają sobie zakres tematyczny, metody i sposoby działania, jak też cel ostateczny. Humanista, w którego polu zainteresowań znajduje się: językoznawstwo, literatura, kultura, sztuka, czy też historia pragnie poznawać, interpretować i wzbogacać wiedzę ogólną, zaś inżynier: mechanik, elektryk, automatyk, mechatronik, budowlaniec, architekt czy informatyk skupia się na prowadzeniu celowej działalności przemysłowej i gospodarczej oraz bezustannym dążeniu do postępu technicznego.

W kontekście tak ogólnie zarysowanej charakterystyki nauki techniczne jawią się jako praktyczne i konkretne (rys. 2), zaś te humanistyczne: ulotne, mniej precyzyjne i jak gdyby nie zawsze i nie koniecznie „postępowemu i nowoczesnemu człowiekowi”, posługującemu się na co dzień komputerem, smartfonem, tabletem czy GPS-em do szczęścia potrzebne (rys. 3).

Ów rozdział jest widoczny również w odbiorze społecznym obu grup zawodów. W przekonaniu większości inżynier to osoba nie mająca problemu ze znalezieniem pracy, niezłe sytuowana finansowo, konsekwentna i praktyczna w działaniu (rys. 3), ale też osoba, z którą – niestety – trudno porozmawiać o teatrze, wystawie, książce czy też kinie, a więc o tym, co nie wiąże się z techniką. Wytłumaczeniem jest to, że inżynier to przecież umysł ścisły.



Rys. 1. Nauki techniczne jawią się jako praktyczne i konkretne...
Fortunato Depero „Mechaniczno-kinetyczna dekoracja do baletu „Nowy York - nowa wieża Babel”, 1930 (Museo d'arte Moderna e Contemporanea, Trento-Rovereto)



Rys. 2. Nauki humanistyczne są ulotne i mniej precyzyjne...
Marc Chagal „Spacer”, 1917 (Muzeum Sztuki Rosyjskiej, Sankt Petersburg)



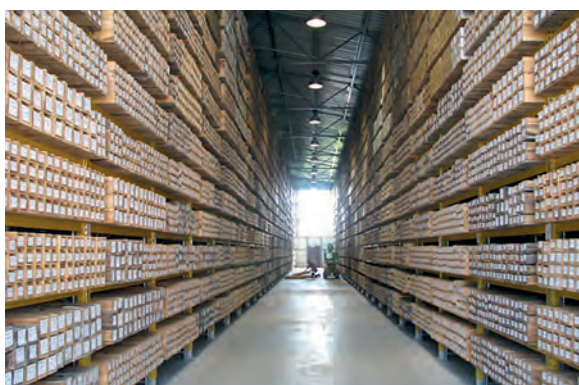
Rys. 3. Inżynier to osoba konsekwentna i praktyczna w działaniu



Rys. 4. Umysł inżyniera jest gęsto upakowany i nie ma w nim miejsca na rzeczy zbędne

W słowniku języka polskiego czytamy, że słowo „ścisły” to mający budowę spójną, złożoną z części składowych dokładnie przylegających, zbity, zwarty, sprecyzowany, dokładny (rys. 4) – i taki właśnie ma być umysł inżyniera: gęsto upakowany, w którym nie ma miejsca na rzeczy zbędne. Brzmi to na pierwszy rzut oka jak pochwała,

gdyby nie świadomość tego, że proces upychania prowadzi zazwyczaj do niewielkich i wąskich wymiarów, a niemiłą konsekwencją takiego stanu rzeczy jest ciasnota (rys. 5). Stąd też wiele kursujących w powszechnym obiegu odmiennych opinii, odnoszących się do umysłu ścisłego, które znajdują wyraz w mniej pochlebnych sformułowaniach, a mianowicie: *umysł wąski*, pozbawiony szerszych horyzontów myślowych, a czasem nawet w drastycznie brzmiącym określeniu, mówiącym o ciasnocie umysłowej. Ciekawe, że określenie *wąski umysł* znalazło bezpośrednie odzwierciedlenie również w innych językach, w języku angielskim to: *narrow-minded* (rys. 6), któremu to terminowi przeciwstawia się *umysł otwarty*, opisany przymiotnikiem *open-minded*, uwypuklając tym samym brak otwartości i gotowości *umysłu wąskiego* na przyjęcie nowych idei i nowatorskich trendów.



Rys. 5. Konsekwencją upychania jest ciasnota



Rys. 6. Określeniu „wąski umysł” przeciwstawia się termin „umysł otwarty”

W obecnych czasach młodzi ludzie bardzo wcześnie są motywowani do wyboru jednej z dwóch możliwych opcji: humanistycznej, bądź też technicznej (rys. 7). W wieku kilkunastu lat (po skończeniu gimnazjum) muszą opowiedzieć się za dalszą nauką w liceum ogólnokształcącym: w klasie humanistycznej, matematyczno-fizycznej czy też biologiczno-chemicznej, bądź też zdecydować się na dające konkretny zawód – technikum. Wybór taki ma ważne znaczenie, albowiem otwiera uprzywilejowaną drogę do zupełnie odmiennej kariery, związanej z istnieniem szerokiego wachlarza szkół wyższych o różnym charakterze, na który składają się uniwersytety humanistyczne, politechniki, akademie: ekonomiczne, medyczne, artystyczne czy też uniwersytety przyrodniczo-rolnicze.



Rys. 7. Młodzi ludzie bardzo wcześnie są motywowani do wyboru jednej z bardzo wielu możliwych opcji rozwoju

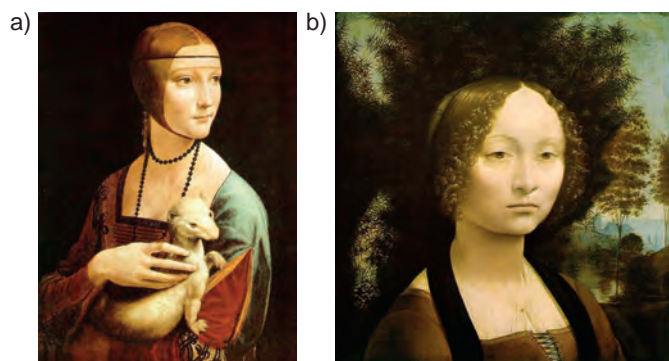
Ta konieczność podjęcia tak wcześnie tak ważnej decyzji nie budzi dziś niczyjzego zdziwienia i wydaje się być rzeczą zupełnie naturalną, gdy tymczasem ów dramat wyboru został wykreowany całkiem niedawno, bo zaledwie 200-300 lat temu wraz z powstaniem uczelni technicznych i inżynierskich. Przypomnijmy z dumą, że jedną z pierwszych na świecie była Szkoła Akademiczno-Górnicza w Kielcach, założona przez Stanisława Staszica w 1816 roku. Huczne obchody jubileuszu 200-lecia tej uczelni miały miejsce w lutym 2016 r. na Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach pod egidą Rektora prof. dr hab. inż. Stanisława Adamczaka.

Przywołajmy postać naszego wielkiego Rodaka doby Odrodzenia, genialnego astronoma Mikołaja Kopernika, który zasłynął w świecie jako autor wiekopomnego dzieła „*De revolutionibus orbium coelestium*” – i przypomnijmy, że studia uniwersyteckie, jakie odbywał w Akademii Krakowskiej, a następnie w Padwie i Bolonii pozwoliły mu błyszczeć wśród ówczesnych nie tylko na polu astronomii, ale również matematyki, ekonomii, medycyny, prawa, zarządzania, teologii, a nawet architektury i obronności.

Postać innego geniusza epoki Odrodzenia – Leonarda da Vinci (rys. 8) jest charakteryzowana w Encyklopedii Powszechnej terminami: malarz, rzeźbiarz, architekt, medyk i anatom, konstruktor, mechanik, teoretyk sztuki, wreszcie wizjoner i futurysta, a prawdziwość tych słów potwierdzają zachowane arcydzieła malarstwa (rys. 9): Dama z łasiczką (z Muzeum Czartoryskich w Krakowie) czy też Portret Cecylii Gallerani – oraz nieprzebrane zbiory proroczych i wizjonerskich rysunków (przechowywanych z pietyzmem w zbiorach muzealnych), ukierunkowanych na awionikę (wizja samolotu i helikoptera – rys. 10) czy maszyny wojenne (koncepcja czołgu – rys. 11).



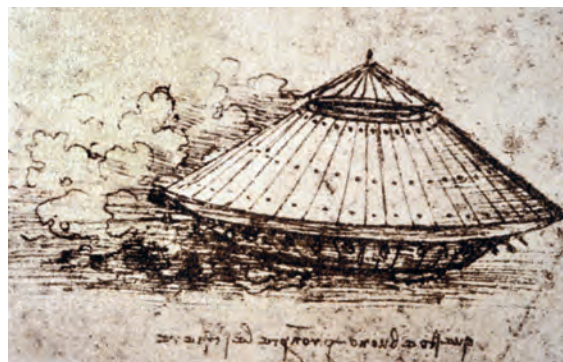
Rys. 8. Leonardo da Vinci „Autoportret” (Biblioteka Reale, Turyn) oraz „Człowiek witruwiański”, 1492 (Galeria dell'Accademia, Wenecja)



Rys. 9. Leonardo da Vinci: a) „Dama z łasiczką” – portret Cecylii Gallerani (Muzeum Czartoryskich, Kraków), b) „Portret Ginewry Benci”, ok. 1478 (National Gallery of Art., Waszyngton)



Rys. 10. Leonardo da Vinci: studium tzw. mechanicznego ptaka



Rys. 11. Leonardo da Vinci: koncepcja wozu pancernego

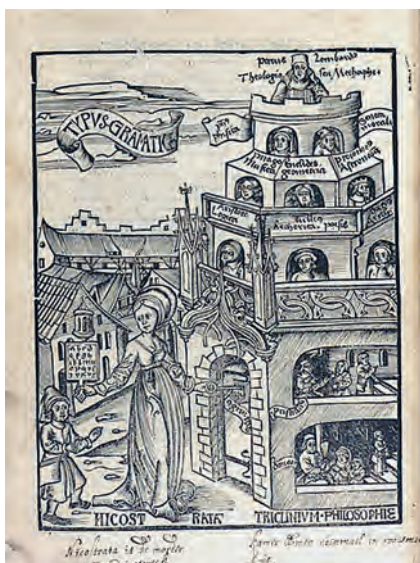
Cofnijmy się jeszcze bardziej i przywołajmy wybitne osobowości starożytnego świata Greków i Rzymian: Talesa z Miletu, Archimedes, Pitagorasa, Euklidesa, Herona z Aleksandrii, Platona, Sokratesa czy też Ptolomeusza. W opisie ich sylwetek w podręcznikach historii dominują terminy: wybitny umysł, uczyony, myśliciel czy też odkrywca, a więc terminy, które mówią o wiekopomnych zasługach dla ludzkości, nie precyzują pola aktywności umysłowej, a wysuwają na plan pierwszy niezwykle cechy umysłu i postawę nieustającej dociekliwości. Owi wybitni przedstawiciele świata antycznego, o których pamięć przetrwała aż do naszych czasów i o których czynach, dokonaniach i osiągnięciach uczy nas historia to zaledwie garstka, ale garstka tych, którzy:

- odnaleźli upodobanie w myśleniu – tych nazywamy myślicielami,
- cenili mądrość i gromadzili wiedzę – o nich mówimy, że byli mędrkami,
- byli zdolni do niekonwencjonalnych działań i nie ustawali w tworzeniu rzeczy nowych – to twórcy i wynalazcy,
- stale poszukiwali nowych dróg i ścieżek – tym zasłużyli sobie na miano odkrywców,
- byli rozmiłowani w nauce – to właśnie im przypisujemy chwalebny tytuł uczonego.

Odpowiedzmy na pytanie, jak to jest, że przywołany już dziś Mikołaj Kopernik, absolwent uniwersytetu, mógł działać i odnosić – zapamiętane po dziś dzień – sukcesy w tak różnych i odmiennych obszarach ludzkiej wiedzy?

System średniowiecznej edukacji doskonale obrazuje rycina, zaczerpnięta z dzieła „Margarita Philosophica” Geорга Reische z 1508 roku (rys. 12). Jest to alegoria nauk w postaci wysokiej wielopiętrowej wieży. Do takiej wieży wprowadzany był nowy uczeń, student czy też żak, aby pokonując stopniowo dystans, dzielący podstawę od szczytu, wspiąć się po latach na sam jej wierzchołek. Studia, związane z poszczególnymi piętrami obejmowały 7 sztuk wyzwolonych – artes liberales, które dzieliły się na stopień niższy i wyższy. Ten niższy, to Trivium,

obejmujące gramatykę, retorykę i dialektykę, zaś wyższy – to Quadrivium, na które składały się: muzyka, arytmetyka, geometria i astrologia. Dziś, charakteryzując taki typ studiów mówilibyśmy o dwu stopniowej organizacji toku nauczania, o szerokim kształceniu interdyscyplinarnym i przywołalibyśmy z pewnością termin zaczerpnięty z Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, mówiący o możliwości tworzenia makrokierunków. Być może, patrząc na nadzwyczajną rozległość tematyki i oferowaną szeroką gamę umiejętności, obejmującą również sztukę prezentacji, dyskusji i argumentacji, zaproponowalibyśmy jeszcze inny termin: mega-makro-kierunku.



Rys. 12. Rycina „Alegoria Nauk” z dzieła „Margarita Phylosophica” Georga Reischa, 1508

Bo to, co było niegdyś naturalnie i zrozumiałe – czyli wszechstronność, dziś traktowane jest jako coś nadzwyczajnego i zadziwiającego, jako coś co wymaga szczególnego rodzaju przedrostków i prefiksów: inter, makro, mega, czy też hiper.

W dobie obecnej znakiem rozpoznawczym edukacji stała się: rozłączność, specjalizacja i – co za tym idzie – pogłębiająca się hermetyzacja (rys. 13). Chlubimy się istnieniem wielu oddzielnych ściśle odseparowanych dziedzin oraz niezliczonych dyscyplin naukowych (rys. 14). Oferujemy kandydatom na studia setki kierunków oraz specjalizacji, a konsekwencją tego jest przekonanie, że pomiędzy humanistyką, a naukami ścisłymi i technicznymi wieje głęboka przepaść. Wybór pomiędzy inżynierią, a humanistyką wydaje się być wyborem dramatycznym, wyborem pomiędzy niebem a ziemią. To intuicyjnie oczywiste, że niebo z chmurami, obłokami, bezkresem i łagodnym błękitem ucieleśnia nauki humanistyczne (rys. 15), zaś Ziemia, co doskonale widać z lotu ptaka, pokryta gęstą siecią domów, zakładów przemysłowych i fabryk – kojarzy się nieodparcie z techniką (rys. 16).



Rys. 13. W obecnej dobie znakiem rozpoznawczym edukacji stała się rozłączność, specjalizacja i pogłębiająca się hermetyzacja



Rys. 14. System kształcenia na wyższych uczelniach chlubi się istnieniem wielu oddzielnych, ściśle odseparowanych dziedzin i niezliczonych dyscyplin naukowych



Rys. 15. Niebo z chmurami, obłokami, bezkresem i łagodnym błękitem ucieleśnia nauki humanistyczne



Rys. 16. Ziemia pokryta gęstą siecią domów, zakładów przemysłowych i fabryk kojarzy się nieodparcie z techniką

Dwa światy – wydawałoby się – rozłączne i nie mające ze sobą nic wspólnego, gdyby nie... zdarzające się i to wcale nie-rzadko burze, wyładowania atmosferyczne i pioruny (rys. 17). Bo przyroda (natura) nie lubi rozłączności, nie respektuje polaryzacji i przeciwstawia się gromadzeniu przeciwieństw. Nie godzi się na trwałe istnienie zbyt dużych naprężeń, ciśnień i napięć – i reguluje ten stan rzeczy wyładowaniami (burze), gwałtownymi przemieszczeniami (trzęsienia ziemi), wybuchami wulkanów, czy też tak, jak to ma miejsce w laboratoriach wysokich napięć – przeskokami iskier (rys. 18).



Rys. 17. Niebo i Ziemia byłyby światami rozłącznymi, gdyby nie burze, wyładowania atmosferyczne i pioruny



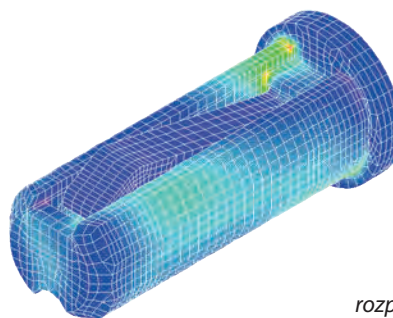
Rys. 18. Przyroda nie godzi się na istnienie zbyt dużych naprężeń, ciśnień i napięć – i reguluje ten stan rzeczy: a) trzęsieniami ziemi, b) wybuchami wulkanów, c) wyładowaniami elektrycznymi podczas burz oraz eksperymentów laboratoryjnych (przeskok iskry elektrycznej pomiędzy elektrodami)

Można byłoby przytoczyć wiele argumentów, które dowodzą braku racji w przeciwstawianiu sobie nauk technicznych i humanistycznych, skupię się jednak na tym argumentem, któremu nadam miano **hipotezy intelektualnych wyładowań**, dowodząc, że wszystkie przełomy myślowe, intelektualne rewolucje, wielkie idee i nowe trendy, które pojawiały się w dziejach ludzkości, bądź to po stronie humanistyki i sztuki, bądź też po stronie techniki, inżynierii i rzemiosła, przenosiły się po upływie pewnego czasu, czasem lat, a czasem nawet wieków – za sprawą niespodziewanego potężnego wyładowania intelektualnego – na drugą stronę, otwierając szeroki kanał dla przepływu nagromadzonych doświadczeń oraz wiedzy.

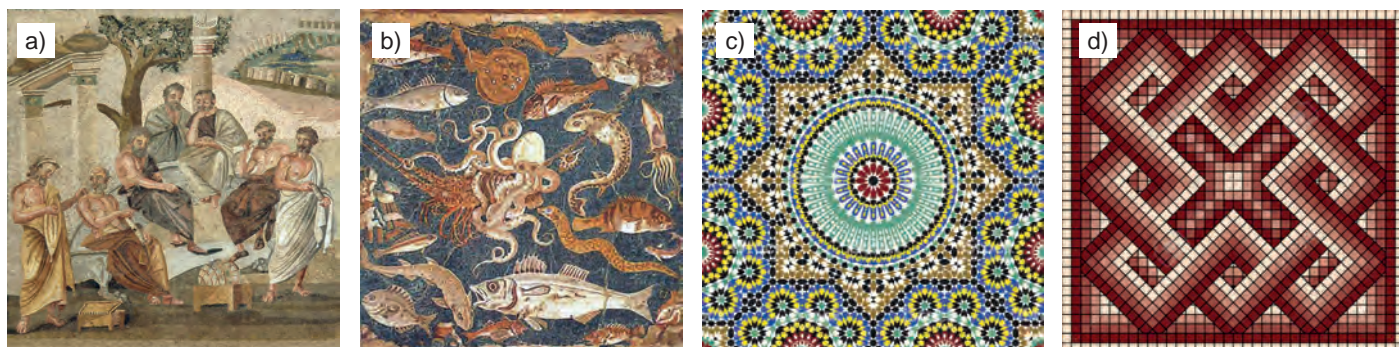
Zadziwiające, że owe wyładowania intelektualne, podobnie jak wyładowania atmosferyczne, które mogą rozwijać się od chmur ku ziemi lub też od ziemi ku chmurom, rozwijały się w dziejach ludzkości w obu kierunkach, łącząc bądź to sztukę z techniką, bądź też odwrotnie: technikę ze sztuką.

Reprezentatywny i przekonujący przykład takiego wyładowania intelektualnego, przebiegającego od strony sztuki ku technice zawarto w artykule: „Modelowanie – umiejętność czy sztuka?” (zobacz: *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, z.1/2016, str. 5-7, rys. 8-18). Dotyczy on narodzin w latach 60-tych ubiegłego wieku, a następnie szerokiego rozpowszechniania się na przełomie XX i XXI wieku, Metody Elementów Skończonych (w skrócie opisywanej jako MES) – rysunek 19. U podstaw tej metody, bazującej na umiejętnej i zmyślnej dyskretyzacji analizowanego obiektu, leżą bez wątpienia wielowiekowe zmagania artystów i rzemieślników z obrazowaniem rzeczywistości, a więc tworzeniem scen figuralnych, pejzaży, dekoracyjnych wzorów i ornamentów (rys. 20) o wymiarach sięgających nieraz wielu metrów za pomocą małych, dyskretnych kawałków kamieni, ceramiki, metali lub też szkła o powierzchniach równych zaledwie kilku mm², a więc nieporównywalnie małych z wymiarami samych kompozycji. Wyrazem tych artystycznych i technologicznych zmagania było powstanie

i dynamiczny rozwój na przestrzeni dziejów (począwszy od czasów greckich i rzymskich, poprzez czasy bizantyjskie i średniowieczne, aż do czasów nowożytnych i współczesnych) wielu różnorodnych technik artystycznych, bazujących na dyskretyzacji, a których efektem są piękne mozaiki, intarsje, inkrustacje czy też witraże. Siatki dyskretyzacyjne obiektów technicznych w metodzie MES, składające się z tysięcy lub milionów elementów skończonych oraz komputerowo zwizualizowane wyniki obliczeń polowych, ukierunkowanych na wyznaczenie rozkładów przestrzennych pól magnetycznych, elektrycznych, temperaturowych czy też naprężeń mechanicznych itd. do złudzenia przypominają dzieła sztuki komponowane i mozolnie układane przez twórcę z tysięcy drobnych kolorowych kawałków, które z łatwością i na każdym kroku odnajdujemy w bogato zdobionych wnętrzach i na pięknych fasadach zabytkowych katedr, kościołów, bazylik, meczetów, zamków i kamienic. Są one dowodem na to, że tak naprawdę kluczem do powstania nowatorskiej Metody Elementów Skończonych, która zaważadnęła współczesnym światem inżynierii, był przełom myślowy w świecie sztuki, który dokonał się w sposobie patrzenia na rzeczywistość wiele wieków wcześniej. Istotą i sednem tego sposobu patrzenia jest umiejętność dyskretyzacji obrazów i przedmiotów według logicznych, czytelnych i przejrzystych zasad, pozwalających na wierne odtworzenie oryginału, a czasem również na coś więcej: wydobyć i podkreślić ukryte



Rys. 19. Na przełomie XX i XXI wieku szeroko rozpowszechniła się Metoda Elementów Skończonych (MES)



Rys. 20. Technika mozaiki pozwala obrazować sceny figuralne (a) i świat przyrody (b) oraz tworzyć dekoracyjne wzory (c) i ornamenty (d)

cech geometrycznych, walorów kolorystycznych oraz linii kompozycyjnych (rys. 21). Metoda Elementów Skończonych, bazująca na zaawansowanych metodach numerycznych poszła znacząco dalej, pozwalając zobaczyć i uwidocznic nie tylko to, co ukryte, ale również to, co dla oka niewidoczne – czyli zjawiska fizyczne o różnorodnej naturze (elektrycznej, magnetycznej, mechanicznej, cieplnej itd.).

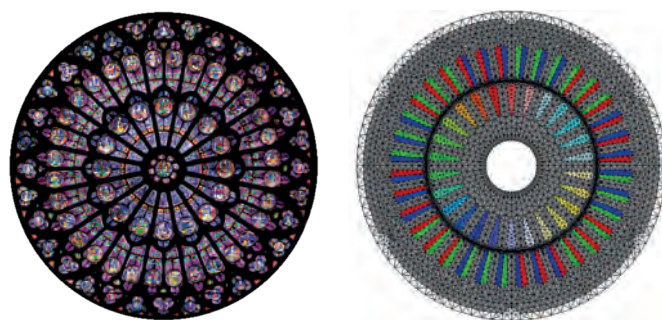


Rys. 21. Właściwa dyskretyzacja wydobywa i podkreśla ukryte cechy geometryczne oraz linie kompozycyjne

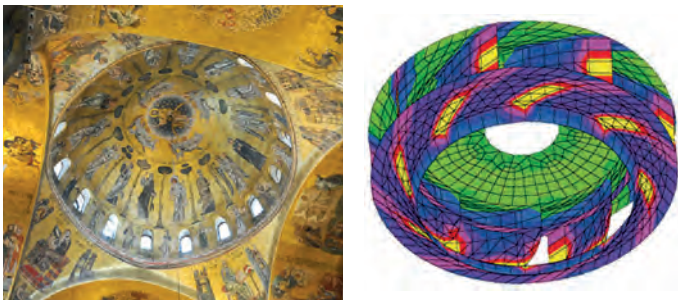
Reasumując można powiedzieć, że na ową intelektualną burzę, podczas której „uderzył piorun”, przynoszący technice i inżynierii nowe potężne narzędzie obliczeniowe: Metodę Elementów Skończonych, zbierało się już od wielu, wielu wieków w świecie sztuki. Bez wątplenia bezpośrednią przyczyną, która ów piorun „ściągnęła” (w języku teorii wyładowań atmosferycznych mówilibyśmy o liderach inicjujących wyładowanie) były maszyny cyfrowe, mózgi elektronowe i komputery, otwierające możliwości rozwiązywania tysięcy i milionów układów równań, odpowiadających tysiącom i milionom elementów skończonych wchodzących w skład generowanej siatki dyskretyzacyjnej, która – w istocie rzeczy – jest niczym innym, jak obrazem obiektu technicznego, zrealizowanym w formie wirtualnej niby-mozaiki lub niby-witrażu. Aby kanał owego wyładowania intelektualnego, biegnącego od zdyskretyzowanej artystycznej kompozycji do zdyskretyzowanego obiektu technicznego stał się bardziej widoczny i mógł w przekonujący sposób uruchomić wyobraźnię czytelnika, zestawiono na kolejnych rysunkach: witraż-rozetę z fasady katedry w Amiens (Francja) z siatką dyskretyzacyjną „blach” stojana i wirnika silnika indukcyjnego (rys. 22), witrażowe okno katedry w Chartres (Francja) z rozkładami 2D pola magnetycznego w tymże silniku (rys. 23), mozaikę z kopuły Bazyliki Św. Marka w Wenecji (Włochy) z rozkładem 3D naprężeń mechanicznych w turbinie (rys. 24) oraz witraż (wyróżniający się dużą gęstością elementów) z rozkładem pola prędkości płynu magnetoreologicznego w liniowo-obrotowym hamulcu (rys. 25).



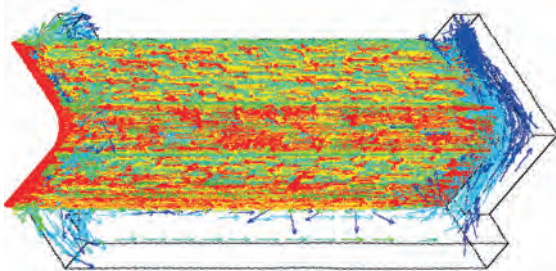
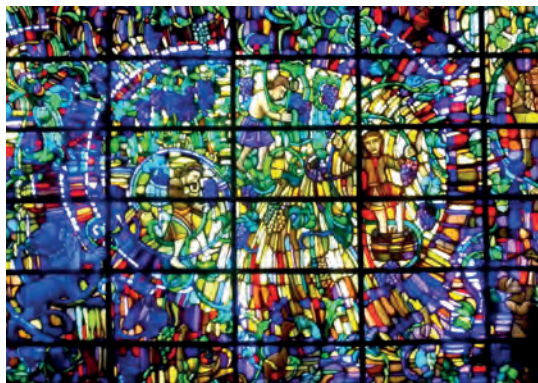
Rys. 22. Witraż – rozeta z fasady katedry w Amiens (Francja) oraz siatka dyskretyzacyjna „blach” stojana i wirnika silnika indukcyjnego



Rys. 23. Witrażowe okno katedry w Chartres (Francja) oraz rozkład 2D pola magnetycznego w silniku indukcyjnym



Rys. 24. Mozaika z kopuły Bazyliki Św. Marka w Wenecji (Włochy) oraz rozkład 3D naprężeń mechanicznych w turbinie



Rys. 25. Witraż o dużej gęstości elementów oraz rozkład pola prędkości płynu magnetoreologicznego w liniowo-obrotowym hamulcu



Rys. 26. Notacja chorałowa leży u podstaw współczesnej notacji muzycznej

We wzmiankowanym artykule („Modelowanie – umiejętność, czy sztuka?”, IAPGOŚ, z. 1/2016, rys. 19-21) wskazano na inne jeszcze ciekawe i intrygujące wyładowanie intelektualne, przebiegające tym razem od świata muzyki do świata matematyki. Pokazano, że notacja chorałowa (rys. 26) i udoskonalana w XV i XVI wieku notacja menzuralna (leżąca u podstaw współczesnej notacji muzycznej), analizowane przez pryzmat charakterystyk czasowych częstotliwości, prowadzą do koncepcji funkcji matematycznej i jej graficznej ilustracji przy pomocy wykresu (rys. 27). Przedstawiony zapis funkcji odcinkami stałej znacząco wyprzedził prace naukowe matematyków i przygotował w zupełnie innym świecie, bo w świecie muzyki, grunt pod narodziny teorii funkcji. Owo wyładowanie intelektualne pomiędzy światem muzyki i matematyki nie dziwi w kontekście tego, że – jak wcześniej wspomniano – w średniowiecznej koncepcji kształcenia stopień wyższy Quadrivium obejmował właśnie muzykę, arytmetykę i geometrię, zapewniając poprzez tak bliskie sąsiedztwo stałe „iskwienie”, które z czasem w sposób naturalny rozwinęło się w wyładowanie intelektualne, skutkujące ideą graficznego zapisu funkcji oraz nową klasą „funkcji odcinkami stałych” (piecewise-constant functions).

Do fascynujących osiągnięć ludzkości, uznawanych za sukces techniki, zalicza się film, a pytanie o genezę filmu naprowadza na inne ważne osiągnięcie techniczne – fotografię. Powstanie fotografii i filmu charakteryzuje się najczęściej ciągiem wynalazków.



Rys. 27. Notacja muzyczna to umowny zapis charakterystyki czasowej częstotliwości jako funkcji odcinkami stałej

W odniesieniu do fotografii są to: camera obscura, heliografia, dagerotypia (rys. 28), kalotypia, technika negatywowo-pozytywowa, klisza i błona fotograficzna – i wreszcie aparat fotograficzny.

W odniesieniu do filmu należy wymienić: stroboskop, kinematoskop, rewolwer fotograficzny, strzelbę fotograficzną (rys. 29), kinematograf, aeroskop, taśmę filmową, a zamknięciem tej drogi jest kamera i projektor filmowy. Na pierwszy rzut oka film wydaje się być wynalazkiem czysto technicznym – sukcesem fizyków, chemików, optyków i elektryków, gdy

tymczasem wytrwałe i konsekwentne próby odwzorowania ruchu były obopólną fascynacją zarówno umysłów ścisłych, jak i artystów malarzy.

Kluczowym, zwrotnym punktem w tworzeniu koncepcji filmu okazało się być zastąpienie ruchu ciągłego – ciągiem (sekwencją) następujących po sobie obrazów, skutkujące powstaniem terminu „faza ruchu”.



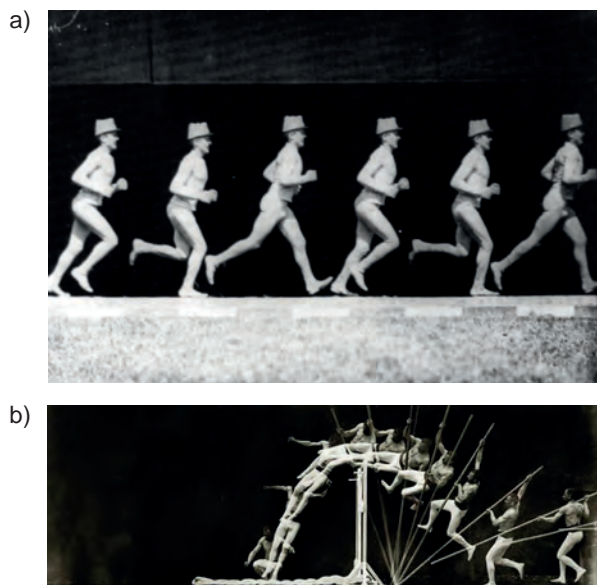
Rys. 28. Pierwsze fotografie (dagerotypy)



Rys. 29. Strzelba fotograficzna

W różny sposób problem ten rozwiązywali inżynierowie i fotograficy, a w jeszcze inny – malarze, zwani futurydami. Ci pierwsi, wykorzystując różne zdobycze techniki: kaskadowo połączone i kolejno wyzwalone aparaty fotograficzne, bądź też tzw. strzelbę fotograficzną, integrującą zespół aparatów, stworzyli typ fotografii, zwanej chronofotografią (termin ukuty z dwóch słów: chronologia + fotografia), polegający na połączeniu w jedną całość ciągu oddzielnych fotografii.

Najbardziej znane przykłady chronofotografii są dziełem francuskiego artysty de Marey'a i przedstawiają biegającego mężczyznę, zawodnika w skoku o tyczce (rys. 30), czy też ptaka w locie (rys. 31).



Rys. 30. Chronofotografia autorstwa Etienne Jules de Marey'a (1870-1882): „Biegący mężczyzna” (a), „Zawodnik w skoku o tyczce” (b)

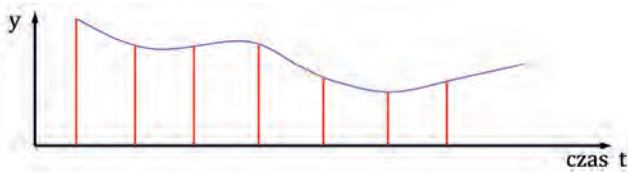


Rys. 31. Etienne Jules de Marey: „Lecący ptak”, chronofotografia (Bibliotèque Nationale de France, Paryż)

Inżynierowi taki sposób obrazowania procesu dynamicznego kojarzy się z przebiegiem czasowym, zaś poszczególne kadry – z dyskretyzacją funkcji.

Tropem takiego rozwiązania podążyli aktywni twórcy we Włoszech w początkach XX wieku i zafascynowani bez reszty techniką malarze-futuryści. Ich najśłynniejsze i najbardziej reprezentatywne obrazy przypominają chronofotografie. Są to: „Pędzący motocykl” Giacomo Balla, czy też – tego samego autora – „Lecące jaskółki” (rys. 32). Zwróćmy uwagę na to, że na obrazie „Lecące jaskółki” uwidoczniło nawet faliste linie, które dokładnie odpowiadają przebiegom czasowym położenia główek poszczególnych lecących ptaków. Kontemplujący dzieło inżynier zwróci uwagę na proces próbkowania, któremu na obrazie podane zostały funkcje czasowe, obrazujące lot jaskółek (rys. 32).

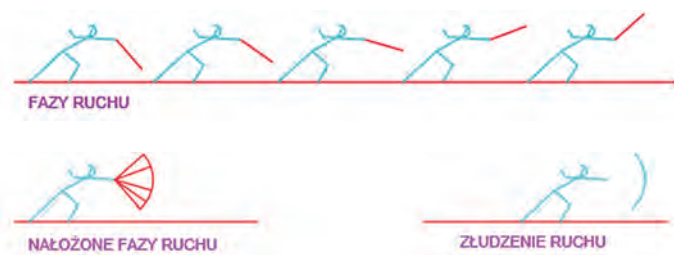
A jak z odwzorowaniem ruchu poradził sobie genialny polski malarz formista, ale również – co należy z mocą podkreślić – genialny matematyk i logik Leon Chwistek, niezwykle aktywny zarówno na polu nauk matematycznych, jak i sztuki w okresie międzywojennym?



Rys. 32. Obraz „Leczące jaskółki” i proces próbkowania funkcji czasowych obrazujących lot ptaków



Rys. 33. Leon Chwistek „Szermierze”, 1919 (Muzeum Narodowe, Kraków)



Rys. 34. Analiza graficzna obrazu „Szermierze”: a) poszczególne fazy ruchu fechtującego szermierza b) fazy ruchu nałożone na siebie, c) złudzenie ruchu



Rys. 35. Ruch szpady w czasie i trajektoria ruchu, sparametryzowana względem czasu

Jego sztandarowe dzieło to obraz „Szermierze”, przechowywany w Muzeum Narodowym w Krakowie (rys. 33). Poszczególne fazy ruchu fechtującego szermierza zostały na siebie nałożone (zsunięte razem) dzięki czemu widz uzyskuje nagle zaskakującą możliwość łatwego śledzenia zmieniającego się położenia końca szpady i można powiedzieć, że – uruchamiając wyobraźnię – „oczami swojej wyobraźni” ogląda film, skompresowany w jednym obrazie (rys. 34). To genialne pociągnięcie artystyczne, wyzbycia się osi czasu i uzależnienia położenia ręki od jej prędkości jest równie genialnym pociągnięciem z technicznego punktu widzenia, jak i artystycznego. Obraz informuje nas bowiem nie tylko o położeniu ręki, ale również o jej prędkości w poszczególnych fazach ruchu: im większy kąt przebyty w przedziale czasu, tym większa prędkość szpady. Dla takiego sposobu obrazowania ruchu inżynierowie mają swoją nazwę – to trajektoria ruchu, sparametryzowana względem czasu (rys. 35).

Te kilka wybranych przykładów mówi o tym, jak trudno jest oddzielić od siebie matematykę, fizykę, technikę, muzykę, malarstwo czy też techniki komputerowe. Mówi o tym, że podział wiedzy na nauki techniczne, ścisłe i humanistyczne jest – tak naprawdę – wymysłem człowieka, a umysł ludzki jest stworzony i przygotowany do wszechstronności.



Rys. 36. Umysł ludzki jest przygotowany do wszechstronności

Pomiędzy różnymi dyscyplinami wiedzy wciąż się błyska i dochodzi do intelektualnych wyładowań, które powodują, że problemy i zagadnienia pozornie właściwe dla jednego tylko obszaru ludzkiej wiedzy (związane z jedną tylko gałęzią nauki) nabierają cech uniwersalności i stają się inspiracją do badań oraz zaczynem rozwoju czegoś całkiem nowego w innej dziedzinie. Pomiędzy dziedzinami, dyscyplinami i specjalnościami wciąż skrzy i bezustannie w jedną lub w drugą stronę przeskakują iskry-idee. Warto, bardzo warto znaleźć się w strefie owych nieustających iskrzeń oraz niespodziewanych intelektualnych wyładowań. Aby tak się stało, potrzeba, aby inżynier twardo stąpający po ziemi, podniósł od czasu do czasu głowę ku niebu i dzięki swej wszechstronnej wiedzy: technicznej, matematyczno-fizycznej, ale również humanistycznej, filozoficznej oraz wrażliwości na sztukę mógł nie przeoczyć, że zbiera się na **intelektualną burzę**, i że – być może – za małą chwilę uderzy grom z jasnego nieba, wraz z którym przemiesci się na ziemię nowa, odkrywcza i ożywcza idea.