

## KOMPUTER – GEOMETRIA - INŻYNIER

### 1. Wstęp

Rozwój geometrii, tak jak wielu innych dziedzin nauki, prowadzi do nowych rozwiązań technicznych. Raczej trudno sobie wyobrazić możliwość wznoszenia tak ogromnych budowli jak piramidy bez znajomości podstaw mechaniki, matematyki czy geometrii. Jednak brak konkretnych dowodów np. w postaci twierdzeń z okresu wznoszenia piramid. Dopiero prace starożytnych Greków - Talesa, Platona i Euklidesa stanowią nową jakość w geometrii. To wprowadzone wtedy pojęcia, które były abstraktami, pozwoliły na rozwój geometrii.

Leonardo da Vinci rozwinął graficzną reprezentację otaczającej nas rzeczywistości.

Metoda zapisu postaci geometrycznej zaproponowana przez Gasparda Monge'a wprowadziła geometrię ściśle związaną z techniką i pozwalającą na dynamiczny jej rozwój. Wprowadzając jednoznaczne odwzorowanie przestrzeni na płaszczyźnie pozwoliła na oddzielenie procesu projektowania od procesu wytwarzania. W zależności od potrzeb oraz stanu nauki w danym państwie początki geometrii inżynierskiej są różnie datowane. Przytoczone poniżej daty to lata wydania pierwszej książki dotyczącej geometrii wykreślnej:

|           |      |        |      |                 |      |
|-----------|------|--------|------|-----------------|------|
| Francja   | 1795 | Niemcy | 1828 | Szwecja         | 1842 |
| Rosja     | 1811 | Dania  | 1836 | Egipt           | 1845 |
| USA       | 1817 | Włochy | 1838 | Norwegia        | 1845 |
| Hiszpania | 1819 | Belgia | 1840 | Wielka Brytania | 1851 |

W okresie 1795 do 1851 zostało wydane w języku polskim co najmniej 10 pozycji.

- 1811 F.S. Lacroix, „Jeometria płaszczyzn i powierzchni krzywych czyli miernictwo opisujące”, Wrocław 1811
- 1817 M. Potier, „Wykłady geometrii rysunkowej dla użytku uczniów Instytutu dróg komunikacyjnych”. Przekład, G. A. Hreczyna, Wilno 1817
- 1818 Franciszek Sapalski, „Rozprawa o teorii stereotomii czyli geometrii wykreślnej” Kraków 1818
- 1822 Franciszek Sapalski, „Geometria wykreślna z zastosowaniem do perspektywy, gnomoniki, kamieniarstwa, ciesiołki i innych konstrukcji wypracowana dla szkoły wojskowej aplikacyjnej przez ...”, Warszawa 1822
- 1822 Kajetan Grabiński, „Wykład syntetyczny własności powierzchni skośnych ...” Warszawa 1822
- 1827 Charles Dupin, „Jeometryja i mechanika sztuk i rzemiosł” Przekład A. Tylman, T. Chlebowski, tom 1, Warszawa 1827
- 1829 Hipolit Rumbowicz, „Geometryja wykreślna, czyli wykład o rzutowych i obrazowych wykreśleń”, Wilno 1829
- 1839 Franciszek Sapalski, „Zastosowania geometrii wykreślnej wedle rozkładu pomysłów i notatek Fr. Sapalskiego”, Kraków 1839
- 1845 Jan Feliks Piwarski, „Perspektywa liniowa i nauka o cieniach”, Warszawa 1845
- 1845 Lefebur de Fourcy, „Geometria wykreślna poprzedzona wstępem obejmującym teorię linii prostej i płaszczyzny” Warszawa, 1845

Owe pozycje wydane w ciągu 34 lat stanowią imponujący dorobek.

Jak można wnioskować z niektórych tytułów związku pomiędzy geometryczną praktyką a teorią były silne. Geometria służyła do rozwiązywania problemów życia codziennego jak „ciesiołka” i „kamieniarstwo”.

Dlatego wydaje się, że wraz z rozwojem nowych narzędzi takich jak komputer należy dążyć do tego, by teoria z jaką zapoznaje się przyszłego inżyniera nie odbiegała od praktyki z jaką zetknąć się musi. Rozwój nauki i techniki jest tak dynamiczny, że przekazywana wiedza w okresie studiów może okazać się przestarzała na tyle, że można sobie nawet zadawać pytanie czy jesteśmy w stanie przygotować naprawdę dobrą kadrę inżynierską. I tu pojawia się sedno studiowania, które powinno polegać na samodzielnym zapoznawaniu się studentów z pewnymi zagadnieniami. Uczelnia powinna dać pewne podstawy do takiej pracy. Dlatego też powinna starać się przekazywać jak najnowsze osiągnięcia z dziedziny konstruowania jak i technologii.

Wydaje się, że dopóki człowiek będzie miał coś do powiedzenia przy konstruowaniu, to będzie mu potrzebna pewna wyobraźnia przestrzenna związana z kształtowaniem projektowanych elementów jak i wiedza z zakresu geometrii po to, by można dokonać czytelnego zapisu zamysłu twórczego. Autor projektu zawsze będzie miał do czynienia z bryłą, którą projektuje

Obecnie rozwija się wiele aspektów związanych z geometrią. W wielu przypadkach te nowe osiągnięcia są sygnowane swojsko brzmiącymi nazwiskami, wystarczy wspomnieć takie jak: Przemysław Prusinkiewicz.

## 2. Nowe środki

Komputer dzięki swym zaletom stał się narzędziem, bez którego wiele dziedzin życia codziennego nie może już się obejść. Wielka kariera komputera zaczęła się od zastosowań inżynierskich. Już dawno rozpoczął się okres symulacji komputerowych. Co ciekawe zawsze obecna jest tam geometria. Metoda elementów skończonych, symulacja zderzenia samochodu, symulacja pracy silnika raketowego to zaledwie niektóre z zastosowań komputera w technice. Ale i w innych dziedzinach nauki komputer jest wykorzystywany choćby w prognozowaniu zjawisk atmosferycznych i co ciekawe tu znów pojawia się aspekt geometryczny. Można by tak mnożyć przykłady bo i należy do nich np. medycyna, gdzie dzięki komputerowemu modelowi można przeprowadzać bardzo skomplikowane operacje dotyczące najdelikatniejszego z organów, bo mózgu. Operacje takie w zasadzie przeprowadza się na ekranie komputera, a narzędzie jest prowadzone zgodnie z obrazem pozyskanym z tomografii lub rezonansu magnetycznego.

Dlatego wydaje się, że przyszły inżynier powinien poznać możliwości wiążące się z twórczym wykorzystaniem komputera. Jednak wiedza geometryczna jest w tej praktyce niezastąpiona.

Innym zagadnieniem jest proces weryfikacji pracy konstruktora. W części przypadków można tą weryfikację przeprowadzić komputerowo. Choćby sprawdzenie wytrzymałości. By móc sprawdzać jakiś element trzeba zbudować jego model, zadać obciążenia a komputer poinformuje nas czy przyjęte rozwiązanie gwarantuje mniejsze niż dopuszczalne naprężenia. Gdy taka weryfikacja wypadnie negatywnie, konstruktor ma dwie drogi rozwiązania tego problemu: zmianę materiału (zmiana dopuszczalnych naprężeń) lub zmianę postaci geometrycznej elementu.

Dotychczas dokumentacja graficzna tworzona była jako rzuty. W technice stosowane są rzuty Monge'a, aksonometria, rzut cechowany, a w architekturze zaś rzut środkowy.

Jednak zawsze inżynier ma do czynienia z bryłą, którą projektuje a może posługiwać się różnymi sposobami zapisu. Komputer pozwala na projektowanie oparte o operacje dokonywane na bryłach. Dlatego powinien oprócz znajomości operacji Boolowskich na bryłach umieć budować wymyśloną przez siebie bryłę w sposób jeśli nie optymalny to przynajmniej bliski takiemu. Dlatego należałoby położyć większy nacisk na te zagadnienia w trakcie studiów, by pewne działania na bryłach były tak samo naturalne dla inżyniera jak arytmetyka czy pisanie.

Innym zagadnieniem jest aksonometria, która powinna być na tyle przyswojona przez przyszłego inżyniera, by potrafił obraz aksonometryczny właściwie zinterpretować. Proces konstruowania oparty jest o bryłę, a monitor jest dwuwymiarowy i należy przedstawić na nim trójwymiarowy obiekt. Najczęściej stosowaną metodą jest aksonometria. Oczywiście można sobie wyobrazić pracę na rzutach, ale przy dwóch rzutach przedstawiany element będzie dużo mniejszy niż w aksonometrii. W programach przedmiotów podstawowych, jakimi są geometria wykreślna oraz rysunek techniczny, przewiduje się przedstawianie w aksonometrii bardzo uproszczonych brył. W praktyce inżynierskiej wymagania są dużo wyższe. Skomplikowane układy i wzajemne relacje zachodzące w przestrzeni trójwymiarowej między obiektami 3D od-

biegają znacząco stopniem trudności od zadań ćwiczonych w czasie kursu geometrii czy rysunku technicznego. Z kolei trudno sobie wyobrazić by zadania stawiane studentowi były takie jak, w praktyce inżynierskiej.. Odczytywanie obrazu aksonometrycznego wymaga przygotowania. Nowe metody przedstawiania obiektów związane z wirtualną rzeczywistością stwarzają nowe możliwości. W celu uproszczenia zmiany sposobu komunikowania się z projektantem są już czynione próby stosowania hełmów takich jak do pracy w wirtualnej rzeczywistości do projektowania. Lecz są to jedynie próby i na razie daleko im do systemów CAD.

Kolejnym zagadnieniem są różnego rodzaju narzędzia do konstruowania elementów, można tu wspomnieć o powierzchniach Beziera. Do właściwego ich wykorzystania w procesie konstruowania niezbędna jest pewna wiedza i doświadczenie, wtedy osiągnięte efekty nie będą wymagały stosowania zbyt dużej ilości węzłów i dużych nakładów czasu. W przeszłości trzeba było rozrysować wiele przekrojów, by móc wykonać dokumentację tego typu elementu. W obecnej chwili, gdy coraz częściej dokumentacją w całym procesie wytwórczym jest dokumentacja w postaci pliku danych, co przy stosowaniu obrabiarek sterowanych numerycznie dla których plik danych jest podstawą działania, wytworzenie elementu staje się krótsze. Wprowadzanie zmian jest o wiele szybsze i łatwiejsze. Przykładem może tu być produkcja fabryki Elektro Narzędzi „Celma” Cieszyn. Bez użycia komputerów proces projektowania i wytworzenia byłby o wiele dłuższy. Przed wprowadzeniem technik komputerowych proces ten polegał na opracowaniu modelu, który służył do wykonania matrycy na wtryskarce. Po wykonaniu modelu na podstawie przekrojów w wielu płaszczyznach wykonywano matrycę na wtryskarce. Na wtryskarce dopiero okazywało się, że skurcze występujące w otrzymanej obudowie dyskwalifikują ją, bo łożyska nie są w osi. Wtedy wracano do początku, czyli dokumentacji w postaci przekrojów, które modyfikowano. Obecnie wszelkie korekty dokonywane są komputerowo. Na drążarce lub na obrabiarce sterowanej numerycznie wykonuje się matrycę.

Czasami konstruktor może napotkać na pewne ograniczenia w możliwościach stosowanego oprogramowania. I tak chyba jeden z najpopularniejszych w kraju systemów CAD nie ma możliwości narysowania elipsy poprzez zadanie średnic sprzężonych, a jedynie poprzez zadanie osi głównych. Można sobie zadać pytanie czy w związku z tym powinno się uczyć konstrukcji Ritza. Za kilka lat, gdy dzisiejsi studenci sami będą projektować może nowsza wersja programu nie będzie miała tego ograniczenia lub znajdzie napisany przez kogoś innego program, który zwolni go ze znajomości tej konstrukcji.

Innym aspektem zastosowania komputera może być łatwość generowania krzywych stożkowych czy innych krzywych. Wtedy może okazać się pożyteczną wiedza o prostej Pascala. Ponieważ student będzie mógł szybko wygenerować sobie krzywą, będzie się mógł przekonać, że to co przedtem musiał przyjmować w pewnym sensie na wiarę jest czymś namacalnym. Jako inżynier będzie mógł w łatwy sposób sprawdzać poprawność wykreślenia krzywej itp.

Komputer w znaczący sposób wpływa na możliwości określania jak będzie zachowywał się zaprojektowany mechanizm? Jak będzie wyglądał tor ruchu poszczególnych elementów tego mechanizmu? Przez tą łatwość można spodziewać się nowych rozwiązań, gdyż dawniej dla badania nowych rozwiązań należało wykonać fizyczny model lub wykreślić położenie wszystkich elementów dla różnych położenia elementu napędzającego. Takie podejście nie pozwalało na szybkie sprawdzenie przyjętego rozwiązania. Dzięki temu projektowanie takich mechanizmów stanie się możliwe nawet przez osoby o mniejszej wyobraźni.

Komputer pozwala na rozwijanie nowych metod przekazu informacji wizualnej. W internecie można znaleźć wirtualne obiekty np. Notre Dame Cathedral. Można się też przespacerować się po katedrze, obejrzeć interesujący detal itp. Na razie są to jedynie próby. Jednak można sobie wyobrazić, że w przyszłości decyzja o ostatecznym kształcie danego obiektu będzie podejmowana w pracy zespołowej, w szerokim gronie konstruktorów, inżynierów, plastyków, w dyskusji prowadzonej na stronach www. Takie narzędzia pracy interdyscyplinarnej są już dziś dostępne w programach do pracy zespołowej (tzw. „teamwork – ang). Inżynier biorący udział w „konkursie” będzie musiał swoją wizję przedstawić takiej grupie ludzi z głosem decydującym. Nie można też zapominać o tym że takie metody służą celom marketingowym.

Obrazy istniejących konstrukcji, struktur, czy obiektów generowane jako projekcje wielu zdjęć na powierzchnię sfery to kolejny przykład zastosowania komputera do poznawania cech geometrycznych, tym razem istniejących obiektów. Dzięki temu można przekazywać informacje o

otoczeniu w jakim będzie projektowany nowy budynek. Można również obejrzeć znane budowle czy miejsca, ale np. również wewnątrz nowego modelu samochodu itp.

Powstaje wiele programów umożliwiających tworzenie modeli, które można oglądać na stronach www. Istnieje możliwość pewnych działań na takim modelu np. otwieranie drzwi samochodu i oglądanie wnętrza. Można też pokazać jak działa dane urządzenie.

Metody komputerowe przyspieszają pracę doświadczonych konstruktorów, którzy potrafią dość dokładnie przewidywać jak zachowywać się będzie projektowane urządzenie. Jednak znacząco przyspiesza projektowanie tych konstruktorów, którzy nie mają jeszcze doświadczenia. Daje im szansę sprawdzenia swych rozwiązań, a co najważniejsze, szybkiego wprowadzenia niezbędnych korekt.

Komputer daje też nowe możliwości dotyczące generowania brył i powierzchni, które chciałby wygenerować konstruktor. W tym celu musi przewidywać jak z zadanych elementów będzie wyglądał powstały obiekt. Niektóre z tych metod wymagają stosunkowo mało wyobraźni od konstruktora. Tak jest z tworzeniem brył czy powierzchni poprzez obrót krzywej wokół prostej lub odcinka. Trochę większej wyobraźni wymaga tzw. wyciąganie profilu wzdłuż krzywej. Tworzenie powierzchni poprzez zadanie czterech krzywych wymaga odpowiedniego zdefiniowania tych krzywych tak, by osiągnąć zamierzony kształt. I znowu znajomość metody generowania i pewne doświadczenie dają możliwość swobodnego posługiwania się tą metodą.

### 3. Wnioski:

Wykorzystanie komputera przez inżyniera w procesie projektowym wiąże się z:

- działaniem na bryłach
- przedstawianiem bryły za pomocą aksonometrii
- różnymi sposobami generowania brył i powierzchni
- możliwością budowania w prosty sposób bardzo skomplikowanych brył, a dzięki stosowaniu w całym procesie produkcyjnym zapisu cyfrowego i wytworzenie takich brył

#### ŹRÓDŁA:

1. <http://www.studio360.co.uk/studio.html>
2. <http://www.digitalo.com/>
3. <http://www.ipix.com/>
4. <http://www.cult3d.com/gallery/>
5. <http://www.arcad.com.pl/htmlindex.html>
6. <http://www.ehongkong.com.hk/central.asp>
7. AutoCAD 2000 - podręcznik użytkownika, Autodesk 1999
8. AutoCAD release 14 podręcznik użytkownika, Autodesk 1995
9. Dan Ablan LightWave 3D wersja 5.5, Helion, 1999
10. Joanna Metelkin, Andrzej Setman, Paweł Siennicki, Paweł Zdrojewski MegaCAD 5.0 PL, Helion, 1999
11. Grzegorz Kazimierzczak Solid Edge 8/9, Helion, 2001
12. Andrzej Pikoń IntelliCAD 2000. Pierwsze kroki Helion, 2000
13. Fabian Stasiak Mechanical Desktop 4.0PL/4.0 Helion, 2000
13. Dariusz Frenki Microstation 95/J Helion 2000
14. Bill Rattenbury ArchiCAD 6 Helion 2000

## COMPUTER - GEOMETRY – ENGINEER

The author presents first steps of Polish Engineering Geometry based on books written in Polish. When an engineer works on a new project in new technology he faces many problems. First biggest one is a presentation of a in axonometry. Second is generation of solid and surfaces and next is Boolean operation of solid and digital model in all construction and manufacturing process.