
Marek Gawliński, Janusz Eichler, Zdzisław Sysak
Politechnika Wrocławska
Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów
Zakład Podstaw Konstrukcji i Urządzeń Energetycznych

WPROWADZENIE DO NAUKI KONSTRUKCJI – GEOMETRIA WYKREŚLNA WSPOMAGANA INTERWYKŁADEM

Streszczenie

W referacie przedstawiono program i zakres zajęć z geometrii wykreślnej prowadzonych na Wydziale Mechaniczno – Energetycznym. Podkreślono wykorzystanie komputera PC oraz internetu dla multimedialnej prezentacji wykładu z geometrii wykreślnej w formie strony internetowej. W celu umożliwienia studentowi rozwinięcia wyobraźni przestrzennej zastosowano równoczesną prezentację figur w aksonometrii oraz na płaszczyźnie poprzez rzutowanie prostokątne. W tym wykładzie internetowym, pomyślanym jako pierwowzór przyszłego podręcznika multimedialnego, jeden z autorów zastosował metodę „krok po kroku” konstrukcji transformacji geometrycznych. Metoda ta ułatwia studentowi przeanalizowanie każdego kolejnego przekształcenia oraz umożliwia dobranie odpowiedniego tempa uczenia się. Zamiast wniosków przedstawiono zebrane doświadczenia dokumentujące użyteczność zastosowanej metody jak również statystykę odwiedzin strony internetowej.

Motto:

„Nauka konstrukcji obejmuje teorię zapisu, co wiąże się z problemem kodów jako podstawy „języka techników”.

„Dzięki bezpośrednim zabiegom układy materialne uzyskują w procesie wytwarzania pewien zespół własności, które uprzednio zostały obmyślane i opracowane i które nazywamy konstrukcją”[J. Dietrych 1978].

1. WPROWADZENIE

Proces konstruowania wymaga opanowania umiejętności zapisu konstrukcji. Podstawowe zasady zapisu konstrukcji studenci poznają na zajęciach z geometrii wykreślnej oraz na zajęciach z rysunku technicznego. Nabyte umiejętności doskonałą na zajęciach projektowych z Podstaw Konstrukcji Maszyn.

Zajęcia z geometrii wykreślnej na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej prowadzone są na I semestrze metodą tradycyjną tj. 2 godz./tygodniowo wykładu i 1 godz./tygodniowo ćwiczeń rysunkowych. Przedmiot należy do trudnych; wymaga od studentów rozbudzonej wyobraźni przestrzennej oraz opanowania umiejętności zapisu utworu geometrycznego. W opracowaniu przedstawiono zawartość tematyczną poszczególnych wykładów i tematy realizowane na ćwiczeniach rysunkowych oraz omówiono sposób prowadzenia zajęć.

Aby pomóc studentom w opanowaniu materiału i rozbudzeniu wyobraźni przestrzennej, zdecydowano się wykorzystać multimedialną prezentację treści

wykładu z geometrii wykreślnej w postaci ogólnodostępnej strony WWW. Do konstruowania przekształceń geometrycznych zastosowano metodę „krok-po-kroku”, umożliwiając studentowi analizowanie kolejnego przekształcenia i dowolne sterowanie tempem przyswajania wiedzy.

W opinii studentów interwykład jest bardzo pomocny przy opanowywaniu materiału z geometrii wykreślnej. Opinię tę potwierdza duża ilość odwiedzin strony internetowej.

2. Program zajęć z geometrii wykreślnej na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej

Program jest tak ukształtowany, aby umożliwić studentowi nabycie umiejętności przedstawienia w formie graficznej utworów płaskich i przestrzennych, wyznaczanie przecięć, przekrojów, kładów, siatek, rozwinięć brył, opanowanie podstaw odtwarzania brył z rysunków a przede wszystkim wykorzystanie nabytych umiejętności do twórczości inżynierskiej.

Tematy wykładów z geometrii wykreślnej

1. Podstawy zapisu graficznego
 2. Rysunek aksonometryczny
 3. Rzuty środkowe i równoległe
 4. Rzutowanie prostokątne - wprowadzenie
 5. Dowolne położenie punktu w przestrzeni
 6. Prosta w przestrzeni, ślady linii prostej
 7. Położenie punktu względem linii prostej
 8. Wzajemne położenie linii prostych
 9. Płaszczyzna, ślady płaszczyzny
 10. Prosta i płaszczyzna przynależne do siebie
 11. Prosta prostopadła, prosta równoległa do płaszczyzny
 12. Wzajemne położenie dwóch płaszczyzn - przecinające się, prostopadłe, równoległe
 13. Punkt przebicia prostej z płaszczyzną, wyznaczenie widoczności
 14. Obroty, kłady i podnoszenie z kładu
 15. Zmiana rzutni: jednokrotna, dwukrotna
 16. Wielościany, przekroje, przebicie wielościanu prostą
 17. Przenikanie wielościanów - siatka widoczności, siatka (rozwinięcie)
 18. Bryły obrotowe, przekroje, punkty przebicia prostą, widoczność
 19. Przenikanie brył, rozwinięcie powierzchni
 20. Wykreślanie krzywych występujących w projektach inżynierskich:
elipsa, ewolwenta, spirala, linia śrubowa i inne
 21. Kolokwium
-

Ćwiczenia rysunkowe - zawartość tematyczna

- Zestaw I - Rzuty punktów, rzuty i podział odcinka, określenie rzeczywistej wielkości odcinka, wykreślanie figur płaskich.
- Zestaw II - Płaszczyzna, punkt i prosta na płaszczyźnie, wyznaczanie śladów płaszczyzny.
- Zestaw III - Przecinanie się płaszczyzn, punkt przebicia prostej z płaszczyzną, wyznaczanie widoczności.
- Zestaw IV - Prosta prostopadła do płaszczyzny, prosta równoległa do płaszczyzny, płaszczyzny: równoległe, prostopadłe; wykreślanie brył.
- Zestaw V - Metody obrotów, zmiana rzutni, kład i podnoszenie z kładu.
- Zestaw VI - Wielościany i bryły obrotowe, przenikanie, rozwinięcie, siatka widoczności.

Wykłady z geometrii wykreślnej prowadzone są na studiach dziennych w dwóch potokach dla 250 – 300 studentów, metodą tradycyjną tj. z wykorzystaniem tablicy i kredy. Zaliczenie wykładu studenci uzyskują po wykazaniu się umiejętnością opanowania materiału na kolokwium zaliczeniowym. Studenci otrzymują 5 zadań z całego zakresu materiału; minimum zaliczeniowe to poprawne rozwiązanie 3 zadań.

Ćwiczenia rysunkowe są obowiązkowe, odbywają się w grupach 30 osobowych w wymiarze 2 godzin co dwa tygodnie. Na ćwiczeniach studenci otrzymują zestaw zadań (6 rysunków). Prowadzący zajęcia omawia sposób rozwiązania zadań, sprawdza poprawność wykonania zadań z poprzednich zajęć. Każde ćwiczenia rozpoczynają się od sprawdzianu 10-20 min z tematu z poprzednich zajęć. Studenci którzy nie zaliczą sprawdzianu w pierwszym terminie mają możliwość dwukrotnego poprawiania. Zaliczenie z ćwiczeń rysunkowych z geometrii wykreślnej studenci otrzymują, jeśli wyniki z wszystkich sprawdzianów są pozytywne oraz po oddaniu poprawnie wykonanych wszystkich zadanych rysunków.

Wielu studentów ma trudności z opanowaniem przedmiotu, często korzystają z konsultacji u swoich prowadzących. W czasie konsultacji (2 razy po 2 godziny tygodniowo) prowadzący może przyjąć jednorazowo 8-10 studentów, oczekujących bywa więcej. W związku z powyższym dr Eichler (współautor) podjął w 2001r. pracę nad internetowym kursem z geometrii wykreślnej zgodnym z obowiązującym programem nauczania.

3. Założenia wstępne interwykładu z geometrii wykreślnej

Adres interwykładu: <http://fluid.itcmp.pwr.wroc.pl/~eichler/geometria.html>.

Dostrzegając problem studentów, od których wymaga się nabycia w krótkim czasie praktycznych umiejętności „widzenia przestrzennego” opracowano „Interwykład@d - internetowy kurs geometrii wykreślnej” jako narzędzie wspomagające i uzupełniające tradycyjną formę kształcenia.

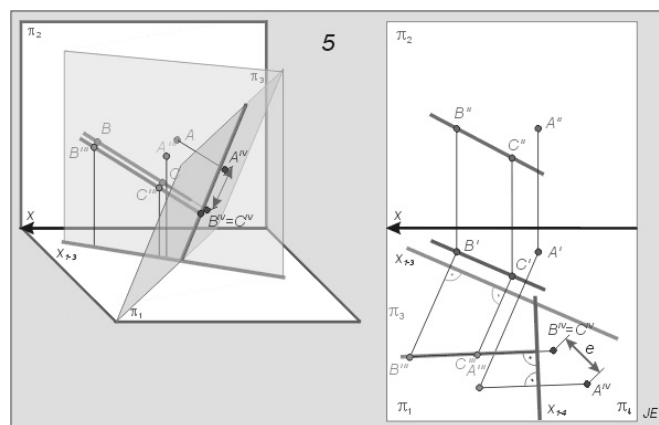
Dzięki prezentacji Interwykład@du w formie ogólnie dostępnej strony WWW, każdy student może oglądać treści poszczególnych wykładów na swoim komputerze w domu lub korzystać z pracowni komputerowej na Uczelni lub w kafejce internetowej.

Kurs podzielony jest na 3 części. Pierwsza część obejmuje podstawy zapisu punktu, prostej, płaszczyzny oraz ich wzajemne relacje. W drugiej części przedstawiono techniki konstrukcji i przekształceń wykorzystywane w geometrii wykreślnej: obroty, kłady, jednokrotną i dwukrotną zmianę rzutni. W trzeciej części przedstawiono zastosowanie poznanych technik do zapisu figur przestrzennych nieobrotowych i obrotowych, ich przekrojów, przenikania, rozwinięcia powierzchni bocznej itp. Rys. 1 przedstawia stronę programową, na której znajdują się linki do tematów szczegółowych i ilustrujące je ikony (kolorowe, niektóre animowane).

<p>"Jeden obraz wart jest tysiąca słów"</p> <p>Program Interwykład@du z geometrii wykreślnej</p>	
<p>1. Zasada odwzorowania figur płaskich i przestrzennych na płaszczyźnie.</p> <ul style="list-style-type: none">- organizacja przestrzeni w rzutowaniu prostokątnym.- zasada odwzorowania figury przestrzennej na płaszczyźnie w rzutowaniu prostokątnym (rzuty Monge'a)- obraz figury przestrzennej (stożka) na rzutniach - animacja.	
<p>2. Zapis punktu, prostej i płaszczyzny w rzutowaniu prostokątnym:</p> <ul style="list-style-type: none">- punkt A w I oktantcie.- punkt B w III oktantcie.- zapis prostej danej śladami w rzutowaniu prostokątnym.- różna sposobny zapisu prostej w rzutowaniu prostokątnym.- punkt na prostej danej rzutami.- punkt na prostej danej śladami.- zapis płaszczyzny danej śladami w rzutowaniu prostokątnym.- zapis płaszczyzny punktami ABC i zapis śladami (super-animacja)- zapis płaszczyzny danej dzielna prostymi równoległymi <p>2a. Zapis prostych w położeniu szczególnym:</p> <ul style="list-style-type: none">- prosta pozioma.- prosta czołowa.- prosta boczna.- prosta pionowa.	
<p>3. Wzajemne położenie prostych:</p> <ul style="list-style-type: none">- proste równoległe.- proste prostopadłe.- proste skośne.	
<p>4. Zapis płaszczyzny w położeniu szczególnym</p> <ul style="list-style-type: none">- płaszczyzna pozioma (równoległa do rzutni poziomej π_1).- płaszczyzna czołowa (równoległa do rzutni pionowej π_2).- płaszczyzna boczna (równoległa do rzutni bocznej π_3).- płaszczyzna poziomo rzutująca (prostopadła do rzutni poziomej π_1).- płaszczyzna pionowo rzutująca (prostopadła do rzutni pionowej π_2).- płaszczyzna bocznie rzutująca (prostopadła do rzutni bocznej π_3).	

Rys. 1. Program kursu wraz z linkami do poszczególnych tematów
Fig. 1. The course program with the links of particular tasks

Studenci, szczególnie w początkowej fazie nauczania, mają duże trudności w kojarzeniu obrazu przestrzennego figury z jej zapisem na płaszczyźnie w rzutowaniu prostokątnym. Analizując kolejne fazy przekształcenia w przestrzeni, nie potrafią łączyć tego ze zmianami w zapisie na rzutniach układu odniesienia a także mają trudności w zrozumieniu wzajemnego sprzężenia pomiędzy rzutami na odpowiednie rzutnie.



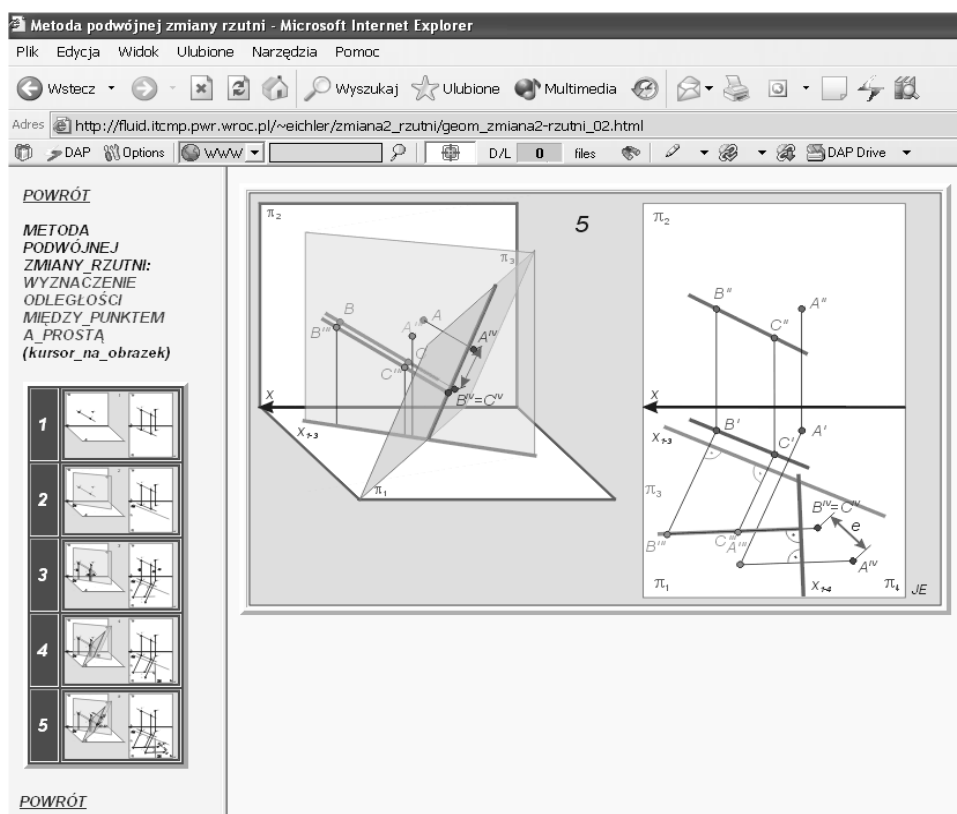
Rys. 2. Przykładowe przekształcenie geometryczne w aksonometrii (po lewej) i na płaszczyźnie (po prawej)

Fig. 2. Exemplary geometrical transformation in axonometry (left) and on the plane (right side).

Wychodząc naprzeciw tym trudnościom zdecydowano aby treści programowe, szczególnie pierwszej i drugiej części kursu prezentować równocześnie w zapisie przestrzennym oraz na płaszczyźnie. Metoda ta jest stosowana w wielu klasycznych podręcznikach geometrii wykreślnej. Rys. 2 przedstawia przykład (w oryginale istnieje zróżnicowanie kolorystyczne, które podnosi jego czytelność oraz walory estetyczne) dotyczący tematu transformacji metodą dwukrotnej zmiany rzutni. Jest to dość złożone przekształcenie i zrozumienie jego sensu wymaga od studenta dużej koncentracji i panowania nad aparatem wyobraźni. Dzięki zastosowaniu równoległego zapisu aksonometrycznego i na płaszczyźnie zadanie to staje się dużo łatwiejsze.

4. Wybrane przykłady prezentacji treści kursu

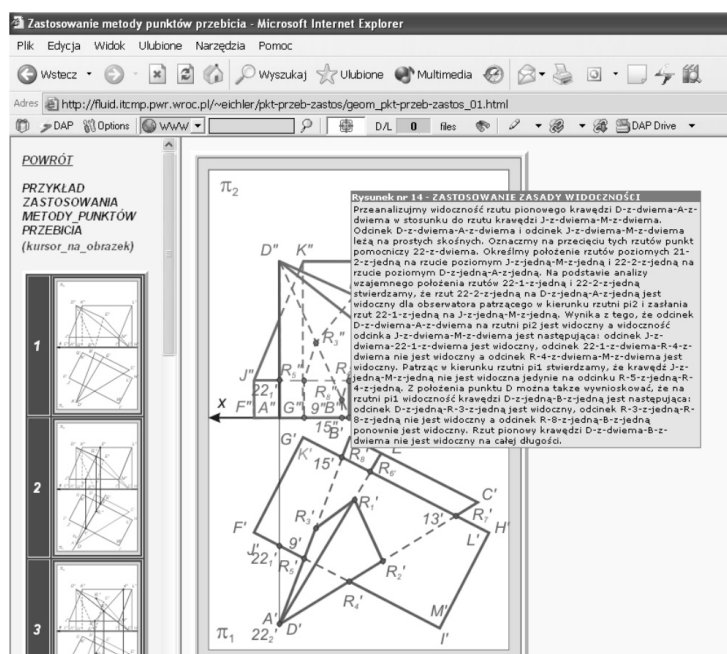
Sposób prezentacji treści wykładowych w klasycznych podręcznikach ma charakter statyczny. Jeżeli nawet stosowany jest równoległy zapis w przestrzeni i na płaszczyźnie, zwykle dotyczy on całego, złożonego przekształcenia (wielu kolejnych kroków przekształcenia) na jednym rysunku, przez co rysunek ten nie zawsze jest czytelny. Niedogodność tę próbuje się obejść stosując zwykle szeroki opis słowny.



Rys. 3. Przykładowa strona kursu – wykorzystanie metody „krok-po-kroku”
 Fig. 3. Exemplary course page – use of step-by-step method

Dzięki nowym możliwościom edycyjnym, zastosowano rozwiązania dynamiczne, polegające na podzieleniu całego algorytmu konstruowania na kolejne, wynikające z siebie kroki, które następnie zilustrowane są odpowiednimi obrazami statycznymi.

Rys. 3 przedstawia obraz przykładowej strony, której okno podzielone jest na dwie pionowe ramki. Ramka po lewej jest ramką sterującą zawartością ramki prawej. Kolejne kroki konstrukcji bądź przekształcenia przedstawione są w postaci ikon, na których znajduje się miniatura obrazka edytowanego w ramce prawej. Poprzez kliknięcie na ikonę, student uruchamia odpowiedni obrazek, na którym, na tle już wykonanych kroków przekształcenia, obserwuje kolejny krok w zapisie przestrzennym i na płaszczyźnie. Dzięki ramce sterującej student może śledzić kolejne kroki i w przypadku wątpliwości lub niejasności powrócić do dowolnego miejsca algorytmu przekształceń. Niektóre tematy ilustrowane są kolorowymi animacjami, które zdecydowanie podnoszą atrakcyjność prezentacji.



Rys. 4. Przykład umieszczenia komentarza wykładowcy
 Fig. 4. Example of lecturer's commentary

W przypadku niejasności, student może skorzystać z podpowiedzi wykładowcy. Sytuacja taka została przedstawiona na rys. 4. Poprzez najechanie kursorem na obrazek w prawej ramce pojawia się okno dialogowe, w którym wyświetla się komentarz słowny, ilustrujący dany krok przekształcenia. Dodatkowym ułatwieniem w analizie zapisu figur i przekształceń jest zróżnicowanie kolorystyczne linii, pozwalające skupić uwagę na istotnych elementach przekształcenia w danym „kroku” na tle innych linii, mających w danej chwili charakter pomocniczy.

5. PODSUMOWANIE

Interwykł@d - Internetowy kurs geometrii wykreślnej jest ogólnie dostępny dla wszystkich zainteresowanych. Jako narzędzie dopełniające tradycyjną formę wykładu daje zarówno wykładowcy jak i studentowi znacznie większy komfort współpracy.

Treści, które student przeoczył lub nie w pełni zrozumiał podczas wykładu, może ponownie przestudiować w domu w dostosowanym do osobistych możliwości tempie i sprzyjających warunkach.

Zastosowane w Interwykł@dzie nowe sposoby prezentacji treści wykładu są skuteczne i atrakcyjniejsze w stosunku do tradycyjnych podręczników do geometrii wykreślnej.

Statystyki odwiedzin Interwykł@du wskazują na rosnące z roku na rok zainteresowanie wśród studentów i uczniów nie tylko z Wrocławia lecz także z wielu innych ośrodków akademickich.



Rys. 5. Statystyka odwiedzin
 Fig. 5. Exemplary statistics

Dzienna liczba odwiedzin wynosi ok. 70, czasami dochodzi do 150 (rys.5). Jeżeli porównamy to do możliwości udzielania przez wykładowcę tradycyjnych konsultacji, uświadomimy sobie skalę oddziaływania tej formy kształcenia. Ze względu jednak na wagę i złożoność zagadnienia nauczania konstrukcji, mimo niewątpliwych zalet mediów elektronicznych i Internetu, najwartościowszy jest bezpośredni kontakt pomiędzy nauczycielem i uczniem.

Literatura

1. Dietrych J.: System i konstrukcja. WNT, Warszawa 1978.
2. Eichler J.: Interwykł@d - internetowy kurs geometrii wykreślnej na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym. Materiały Seminaryjne –Nowe media w edukacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2005.

Introduction to design science – descriptive geometry assisted with interlecture

Summary

A paper presents the program and scope of descriptive geometry at the faculty of Mechanical and Power Engineering. It highlights the use of a personal computer and the Internet for multimedia presentation of the descriptive geometry lecture in the form of a web page. In order to help students to develop spatial imagination one employed a representation of spatial figure both in axonometry and on the plane in orthogonal projection at the same time. In this Inter-lecture, which is meant to be an origin for a future multimedia manual, one of the authors applied the “step-by-step” method of geometrical transformations constructing. It helps students to analyse every particular transformation and enables them to control their learning progress. As the conclusion there is presentation of the experiences proving the efficiency of the employed methods as well as some of the site traffic statistics.