

grafika,
rzutowanie

Janusz EICHLER
Jacek KASPERSKI

KURS GEOMETRII WYKREŚLNEJ „E-KRESKI” DLA KIERUNKÓW MECHANICZNYCH

Zaprezentowano postęp prac nad opracowaniem kursu z geometrii wykreślnej "e-kreski", przeznaczonego do e-learningu. Kurs powstał w oparciu o pomysły zawarte w kursie internetowym "Interwykład", zaprezentowanym podczas Seminarium „Nowe Media w Edukacji 2005”. Opracowano nowy interfejs użytkownika, oparty na technologii Flash 8, umożliwiający personalizację ustawień. W przystępnej formie przedstawiono sposoby posługiwania się przyrządami kreślarskimi i ich zastosowanie w geometrii płaskiej. Przy pomocy animacji i komentarzy tekstowych wyjaśniono istotę zapisu figur geometrycznych płaskich i przestrzennych na płaszczyźnie rysunku. W kilkudziesięciu lekcjach przedstawiono podstawy geometrii wykreślnej, użyteczne metody przekształceń geometrycznych i ich zastosowanie do wyznaczania przekrojów brył i przenikania wielościanów i brył obrotowych. Dla rozbudzenia wyobraźni przestrzennej zastosowano równoczesny zapis aksonometryczny i zapis w rzutowaniu prostokątnym a także animacje 2D i 3D przekształcanych brył.

1. STRUKTURA DYDAKTYCZNA

Pomysł opracowania e-learningowego kursu z geometrii wykreślnej stał się dla autorów intelektualną przygodą zarówno w zakresie koncepcji nauczania z użyciem mediów elektronicznych i Internetu, sposobów prezentacji za ich pośrednictwem treści dydaktycznych, jak i doboru programów do wykonywania grafiki 2D i 3D i opracowania struktury strony internetowej. Pierwsza wersja e-kursu z geometrii wykreślnej [1] została zaprezentowana na Seminarium „Nowe Media w Edukacji” 2005 w [2]. Prezentacja ta została wyróżniona I nagrodą Prorektora ds. Nauczania. Taka forma docenienia wysiłku autorów zmobilizowała ich do dalszej, twórczej pracy.

Politechnika Wroclawska, 50-370 Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów

Owoce jest rozbudowana i unowocześniona, dostosowana do zmieniających się potrzeb [3] i wymagań studentów, nowa wersja e-kursu geometrii wykreślnej, nazwana przez autorów „e-kreski”. Strona (rys.1) posadowiona jest na domenie PWr pod adresem <http://www.ekreski.pwr.wroc.pl/testowa.html>



Rys. 1. Strona powitalna kursu e-kreski
Fig. 1. Front page of e-kreski course

Pozytywne doświadczenia wyniesione z eksploatacji ogólnie dostępnego przez Internet kursu „Interwykład ...” [1] skłoniły autorów do kontynuacji przyjętych tam rozwiązań. Postanowiono dalej stosować „obrazkowy” sposób komunikowania się ze studentem, uzupełniony jedynie zwięzłym komentarzem tekstowym, opisującym dany krok konstrukcji, kierującym uwagę studenta na najistotniejsze kwestie i zalecającym mu tworzenie w wyobraźni przestrzennego obrazu danej konstrukcji geometrycznej. Cały kurs podzielono na bloki tematyczne a te z kolei na lekcje.

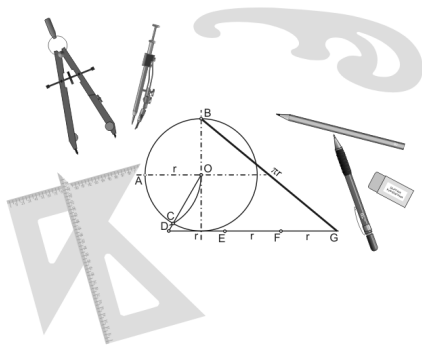
Zastosowana metoda prezentacji treści *krok-po-kroku*, pozwala studentowi na dostosowanie tempa przyswajania materiału dydaktycznego do swoich możliwości percepcji, aktualnego rozkładu dnia czy stanu psychicznego. Aby ułatwić studentom przyswojenie podstaw geometrii wykreślnej, w lekcjach początkowych bloków tematycznych zastosowano równoległy zapis danego kroku konstrukcji przekształcenia w przestrzeni (zapis aksonometryczny) i na płaszczyźnie rysunku (zapis w rzutowaniu prostokątnym). Celem takiego sposobu zapisu było skłonienie studentów do wysiłku tworzenia w wyobraźni przestrzennego obrazu danej figury czy przekształcenia na podstawie zapisu na płaszczyźnie i nie traktowanie tego zapisu jedynie jako zbioru przecinających się „kresek”. W ten sposób autorzy pragnęli skłonić studentów do pobudzenia niezbędnej dla inżyniera wyobraźni przestrzennej.

Ze względu na szeroki zakres tematyczny geometrii wykreślnej a równocześnie ograniczony zakres doświadczeń autorów, związany z prowadzoną dydaktyką (Wydział Mechaniczno-Energetyczny), autorzy zdecydowali się adresować opracowywany przez siebie kurs przede wszystkim do studentów kierunków mechanicznych. Formuła kursu jest jednak otwarta i w razie wyrażonych potrzeb, może zostać rozbudowana o kolejne bloki tematyczne.

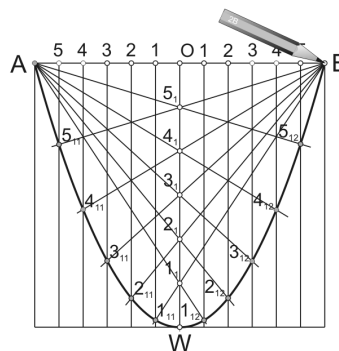
Przy tworzeniu koncepcji kursu „e-kreski”, autorzy wyraźnie rozdzielili zagadnienie nauki i rozumienia zasad zapisu figur płaskich i przestrzennych przy pomocy języka geometrii wykreślnej od technologii wykonywania rysunków. Doceniają oni niewątpliwe walory coraz doskonalszych komputerowych programów graficznych. Uważają jednak, że etapowi przyswajania zasad geometrii wykreślnej i rozbudzania i kształtowania wyobraźni przestrzennej powinno towarzyszyć rozwijanie umiejętności manualnych poprzez rysowanie odręczne. Dopiero po opanowaniu narzędzi, jakie dostarcza geometria wykreślna, student może przenieść uwagę na program graficzny i zaznajomić się z jego funkcjami i narzędziami rysunkowymi.

Cały kurs podzielono na 8 bloków tematycznych a każdy z bloków na połączone ze sobą w porządku logicznym części składowe, nazywane tu lekcjami.

1. blok tematyczny – *Podstawy zapisu figury geometrycznej*, obejmuje 74 uporządkowane w kolejności rosnącego stopnia zaawansowania, lekcji. Początkowe 30 lekcji tego bloku zapoznają studenta z zalecanymi przyrządami kreślarskimi (rys.2) i sposobami posługiwania się nimi do wykonywania rysunków.



Rys. 2. Przyrządy kreślarskie
Fig. 2. Drawing tools



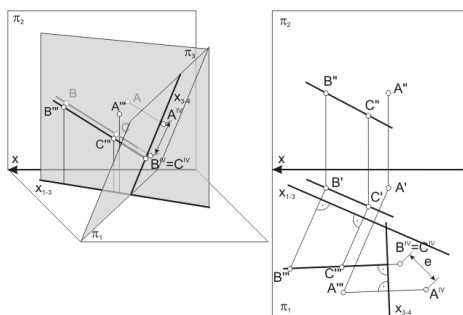
Rys. 3. Konstrukcja paraboli
Fig. 3. Parabola's drawing

W dalszych lekcjach tego bloku przedstawione są płaskie konstrukcje geometryczne, przydatne przy tworzeniu siatek i rozwinięć powierzchni bocznych figur przestrzennych a także konstrukcje krzywych stożkowych (rys. 3) i spiral, znajdujących zastosowanie w konstrukcjach mechanicznych. Druga część tego bloku zawiera 44 lekcje, dotyczące podstaw zapisu graficznego figur płaskich i

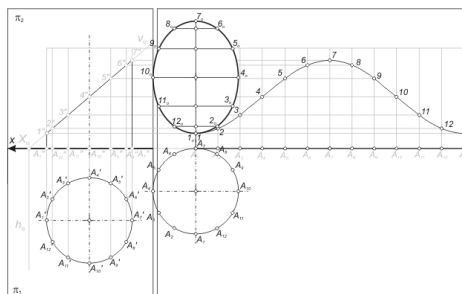
przestrzennych. Prezentują one zarówno definicje i zasady zapisu (metody rzutowania, tworzenie układu odniesienia, zapis punktu, prostej i płaszczyzny, wzajemne relacje tych podstawowych elementów geometrycznych w zapisie na rzutniach układu odniesienia) jak i liczne przykłady, ilustrujące te zasady. Zaprezentowane podstawy teoretyczne i metody zapisu znajdują następnie zastosowanie przy konstrukcji krawędzi wspólnej płaszczyzn, punktów przebicia, przenikania figur płaskich.

Każda lekcja zawiera na początku animację, przedstawiającą całość przyswajanego przekształcenia lub konstrukcji. Następnie konstrukcja przekształcenia przedstawiona jest w postaci obrazka i towarzyszącego mu komentarza. Aby pomóc studentowi w zrozumieniu złożoności danego kroku konstrukcji, jej zapis graficzny jest przedstawiany równolegle (rys. 4) w aksonometrii (zapis przestrzenny) i w rzutowaniu prostokątnym (zapis na płaszczyźnie rysunku). Na końcu lekcji przedstawiony jest zapis finalny z zastosowaniem cieniowania, którego zadaniem jest pomóc studentowi w odtworzeniu w wyobraźni przestrzennego obrazu danej figury.

2. blok tematyczny – *Transformacje w geometrii wykreślnej* – przedstawia użyteczne w konstrukcjach mechanicznych, metody przekształceń poprzez obrót (podwójny obrót), kład, zmianę rzutni (podwójną zmianę rzutni – rys. 4). W 31 lekcjach przedstawiono podstawy teoretyczne omawianych przekształceń a następnie zilustrowano je przy pomocy czytelnych przykładów.



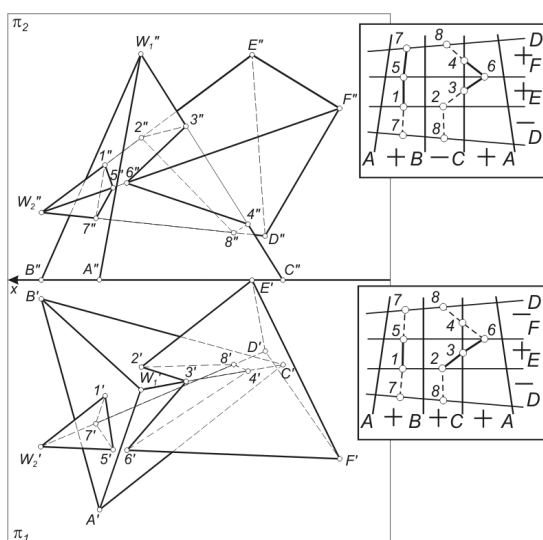
Rys. 4. Metoda podwójnej zmiany rzutni
Fig. 4. Double change plane projection method



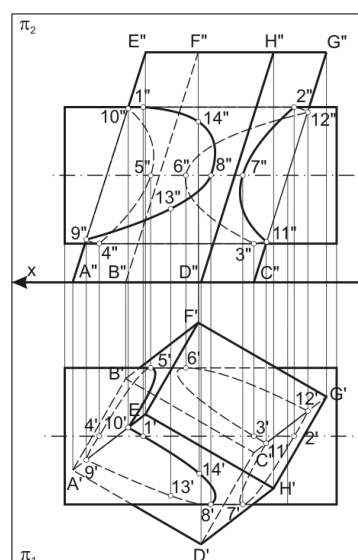
Rys. 5. Przekrój walca
Fig. 5. Section of cylinder

3. blok tematyczny – *Zapis wielościanów* – przedstawia w 14 lekcjach podstawy jednoznacznego zapisu geometrycznego wielościanów, konstrukcje przekrojów tych figur z przedstawieniem kilku równoważnych metod rozwiązania tego samego zadania, wyznaczenie punktów przebicia wielościanów prostą i tworzenie siatki wielościanu. Tworzenie siatki ma praktyczne zastosowanie w wielu konstrukcjach mechanicznych (korpusy, obudowy z blach, opakowania).

4. blok tematyczny – *Zapis brył obrotowych* – obejmuje podstawy zapisu walca, stożka, kuli i torusa. W 16 rozbudowanych lekcjach zaprezentowano konstrukcję wyznaczania punktów przebiecia tych figur prostą i konstrukcje ich przekrojów płaszczyzną przekroju w położeniu rzutującym i w położeniu dowolnym. W uzasadnionych przypadkach przedstawiono rozwiązanie tego samego zadania dwiema równoważnymi metodami. Przedstawiono także konstrukcję rozwinięcia powierzchni bocznej przeciętych figur na płaszczyźnie rysunku (rys. 5). Konstrukcja rozwinięcia powierzchni ma liczne zastosowania praktyczne w konstrukcjach mechanicznych.



Rys. 6. Przenikanie ostrosłupów z siatką widoczności
Fig. 6. Interpenetration of pyramids with the visibility grid



Rys. 7. Przenikanie graniastopuła i walca
Fig. 7. Interpenetration of prism and cylinder

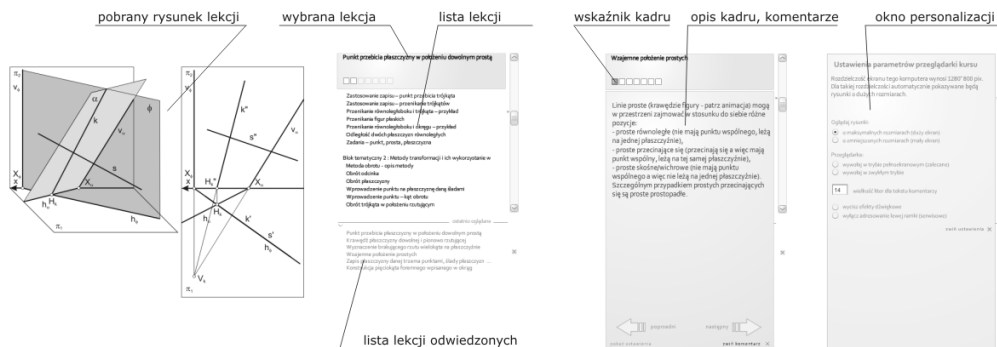
5. blok tematyczny – *Przenikanie wielościanów*. W 8 rozbudowanych lekcjach przedstawiono sposoby zapisu geometrycznego figur, powstałych z przenikania graniastopułów i ostrosłupów. Zaprezentowano sposób wyznaczania rzutów krawędzi przenikania i opisano wykorzystanie siatki widoczności, jako pomocniczego narzędzia przy konstrukcji rzutów (rys. 6). Zaprezentowano także zagadnienie przenikania wielościanów poprzez dodawanie i odejmowanie (otwory, wykroje) figur składowych. Konstrukcje wzbogacono o animacje 3D.
6. blok tematyczny – *Przenikanie brył obrotowych*. W 16 rozbudowanych lekcjach przedstawiono zagadnienie zapisu geometrycznego figury, jaka powstaje z przenikania dwóch brył obrotowych. Przedstawiono różne kombinacje brył, pokazano sposoby wyznaczania rzutów krawędzi przenikania i określania

widoczności tej krawędzi na rzutniach. Prezentowane treści wzbogacono o animacje 3D.

7. blok tematyczny – *Przenikanie wielościanów i brył obrotowych*. W 12 rozbudowanych lekcjach przedstawiono podstawy zapisu figur, powstałych z przenikania wielościanów i brył obrotowych (rys. 7). Dla ukazania najpopularniejszych metod rozwiązania zagadnienia konstrukcji krawędzi przenikania, to samo zadanie rozwiązano dwiema równoważnymi metodami. Zaprezentowano także przykłady tworzenia rozwinięcia powierzchni bocznej figury, powstałej przez dodawanie lub odejmowanie figur składowych.
8. blok tematyczny – *Techniczne zastosowania konstrukcji geometrycznych*. Blok ten ma za zadanie przekonać studenta o praktycznych walorach geometrii wykreślnej. Przedstawiono tu kilka przykładów konstrukcji przewodów rurowych, stosowanych w technice cieplnej (kolana, trójniki, leje) wraz z rozwinięciem ich powierzchni bocznej. Ten blok ma charakter otwarty i będzie wzbogacany o kolejne przykłady zastosowań.

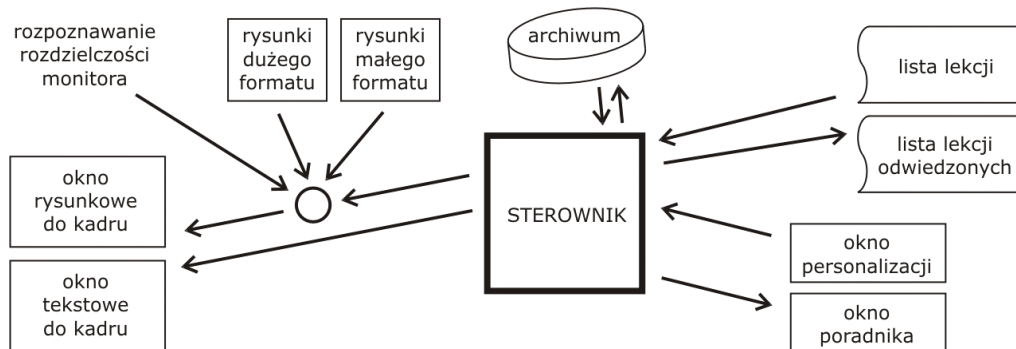
2. STRUKTURA INFORMATYCZNA

Struktura organizacyjna układu stron internetowych podzielonych na bloki/lekcje/kadry rozwijała się w kolejnych wersjach. Pierwotny układ stron oparty na skrypcie HTML wytworzył w pierwszym etapie prac trudne do zmian, skostniałe struktury. Zmiany wymagające poprawiania już istniejących stron zmuszały do coraz większego wysiłku, aż w pewnym momencie skłoniły autorów do opracowania elastycznego schematu organizacyjnego. W schemacie tym całość zarządzania przejął sterownik opracowany w technologii Flash. W przyjętej koncepcji sterownik zawiaduje całością podziału na bloki/lekcje/kadry, zarządza pobieraniem obrazów oraz uzupełnianiem ich w stosowne opisy i komentarze. Wcześniejsze doświadczenia autorów z sterownikami napisanymi w technologii JavaScript stwarzały pewne trudności z ich interpretacją przez różne przeglądarki – pewne elementy graficzne mogły pojawiać się lub znikać z ekranu. Technologia JavaScript aczkolwiek darmowa i wygodna dla autorów stwarzała sytuacje niezrozumiałe dla użytkowników kursu internetowego. Przejście na sterownik pisany w języku ActionScript w technologii Flash nie powodowało już takich problemów. Technologia Flash jest jednolicie interpretowana przez różne przeglądarki a jedyną jej wadą były koszty zakupu komercyjnego pakietu oprogramowania.



Rys. 8. Główne elementy strony kursu
 Fig. 8. Main components of course page

W trakcie rozbudowy kursu jednym z problemów okazała się wielkość rysunków. Rysunki do kursu z geometrii wykreślnej zawierają znaczną ilość szczegółów a zwłaszcza opisów literowych z indeksami. Aby oznaczenia to były czytelne rysunki powinny być możliwe duże, z kolei rysunki takie oglądane na monitorach o małej rozdzielczości zmuszają do poziomego lub pionowego przewijania ich za pomocą paska - utrudnia to zrozumienie ich treści. Jako pewne udogodnienie przyjęto więc dwie wersje rysunków: normalne dla użytkowników monitorów o dużej rozdzielczości (współczesnych) oraz pomniejszone dla monitorów starszego typu. Aby nie stanowiło to problemu, sterownik w momencie rozpoczęcia kursu automatycznie rozpoznaje rozdzielczość monitora i pobiera rysunki o odpowiedniej wielkości. Użytkownik może



Rys. 9. Struktura programistyczna kursu.
 Fig. 9. Programming structure of the course..

również samodzielnie deklorować wielkość rysunków na wypadek gdyby z jakiegoś powodu świadomie chciał oglądać rysunki w dużym formacie. Na bazie tej koncepcji sterownik wyposażono później w dalsze udogodnienia: zmienną wielkość czcionek dla tekstu komentarzy do rysunków oraz tzw. pełnoekranowe okno przeglądarki. Okno

pełnoekranowe w niektórych przeglądarkach nie jest dostępne, pozwala zagospodarować jednak znaczną część ekranu zajęta normalnie przez paski systemu operacyjnego (na dole) i paski samej przeglądarki (u góry ekranu). W jednej z końcowych edycji sterownika dodano do niego także poradnik użytkownika wzbogacony o animacje Flash, oraz archiwum danych o lekcjach ostatnio odwiedzonych (rys.9). Do zapisywania archiwum wykorzystano pliki cookie, w których osadzone są informacje o lekcjach odwiedzonych oraz identyfikator sterownika kursu. Podczas kolejnego uruchomienia kursu, nawet po wielu dniach użytkownik rozpoczyna przeglądanie od ostatnio odwiedzanej lekcji co zwalnia go z kłopotliwego poszukiwania ostatniej, zapamiętanej strony kursu. Metoda zapisywania danych w archiwum pozwala także na automatyczne sprawdzenie czy pojawiła się nowa wersja sterownika - użytkownik jest więc informowany, że kurs powiększył się o nowe zagadnienia.

W artykule zaprezentowano kurs „e-kreski” jako internetowy odpowiednik tradycyjnego wykładu z geometrii wykreślnej. W trakcie opracowywania znajduje się część ćwiczeniowa, zawierająca zadania przewidziane do samodzielnego rozwiązania przez studentów.

THE COURSE OF DESCRIPTIVE GEOMETRY „E-KRESKI” FOR MECHANICAL ENGINEERING SPECIALISATIONS

The article presents progress of development of descriptive geometry course „e-lines” intended for e-learning. The course was based on the ideas of internet course “Interwykład”, presented at “New Media in Education 2005” seminar. New user interface was developed, based on Flash 8 technology, allowing personal settings customisation. Usage of drawing tools and their applications in flat geometry were explained in clear way. Thanks to animation and text comments the essence of representation of flat and spatial geometrical figures on the plane was explained. In several dozens of lessons there were presented basics of descriptive geometry, useful methods of geometrical transformation and their application in determining sections of solids and interpenetration of polyhedrons and rotational solids. In order to wake spatial imagination axonometric representations, orthogonal projection representations, 2D and 3D animations of transformed solids were employed simultaneously.

LITERATURA

- [1] Interwykład@d: <http://www.wme.pwr.wroc.pl/geometria>
- [2] EICHLER J., *Interwykład – internetowy kurs geometrii wykreślnej na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym*, Seminarium „Nowe Media w Edukacji”, Wrocław 2005.
- [3] GAWLIŃSKI M., EICHLER J., SYSAK Z., *Wprowadzenie do nauki konstrukcji – geometria wykreślna wspomagana Interwykładem*, XXII Sympozjon PKM, Gdynia-Jurata 2005.