

O KONIECZNOŚCI WYKORZYSTANIA NARZĘDZI SŁUŻĄCYCH DO WIRTUALNEGO MODELOWANIA TRÓJWYMIAROWYCH OBIEKTÓW ORAZ ICH UŻYTECZNOŚCI W PROCESIE KSZTAŁCENIA INŻYNIERA KONSTRUKTORA

Wstęp

Stabilizacja obserwowanych dzisiaj trendów w nauce, dydaktyce i technice wymagają od absolwenta uczelni technicznej coraz rozleglejszej wiedzy oraz umiejętności wybierania odpowiedniego obszaru dla własnej aktywności zawodowej. Ponadto dość ograniczony czas nauki należy umiejętnie i efektywnie wykorzystać wskazując studentom możliwość rozwoju odpowiednich umiejętności także poza podstawowymi zajęciami. Skoro obszar każdej dziedziny wiedzy znacznie się poszerzył a liczba godzin nauki na uczelni w ostatnich latach wprost przeciwnie, zmniejszyła się, to podejmowane są m. in. następujące sposoby szukania wyjścia z zaistniałej sytuacji: zwiększenie szybkości podawania informacji na wykładzie i na ćwiczeniach (slajdy, animacje, przykłady wykonywane bez czynnego udziału studentów itp.); wzrost atrakcyjności formy podawanych informacji, ażeby równocześnie zwiększyły się możliwości studenta w zakresie przyswajania (również samodzielnego) danej partii materiału [2]; wprowadzenie zajęć fakultatywnych głównie po to, żeby studiujący mógł nauczyć się wykorzystywać posiadaną wiedzę teoretyczną do tworzenia modeli oraz dokumentacji obiektów inżynierskich.

Dzięki odpowiednio dobranym programom zajęć przyszły absolwent mógłby wybierać, przyswajać oraz doskonalić w pracowni komputerowej zwłaszcza te umiejętności, z którymi wiąże swoją karierę zawodową. Na dodatek swoją wiedzę i twórcze, nowatorskie pomysły mógłby natychmiast sfinalizować w postaci wirtualnych modeli.

Ażeby dobór oprogramowania komputerowego wspomagającego zajęcia był trafny, nauczyciel musi wpięrow sam poznać jego możliwości. Dlatego autor postanowił podjąć próbę przedstawienia możliwości stosowanego powszechnie oprogramowania.

Wady i zalety wirtualnego oprogramowania graficznego z uwagi na jego przydatność w nauczaniu metody Monge'a i jej wykorzystania do budowy obrazów rozpatrywanych obiektów

Spośród istniejącej dużej oferty różnych programów graficznych możliwe jest wybranie niewielkiej ich liczby, tak by w bardzo efektywny sposób wspomogły proces nauczania. Autor obserwuje następujące zjawisko. Mimo tego, że metody odwzorowań wykreślonych na wszystkich wydziałach uczelni są jednakowe, to stosowane w dydaktyce programy graficzne powinny być przynajmniej częściowo różne. Powód jest następujący. Programy te wchodzi w skład systemów projektowania, wykonania i zarządzania użytkowymi później obiektami. Ponieważ autor jest nauczycielem na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska, to podjął próbę omówienia możliwości programów znajdujących wykorzystanie przede wszystkim w budownictwie, a są to AutoCAD, AMD i 3D Studio (mimo chęci nie miał autor dostatecz-

nych wiadomości pozwalających uwzględnić również możliwości programu Microstation).

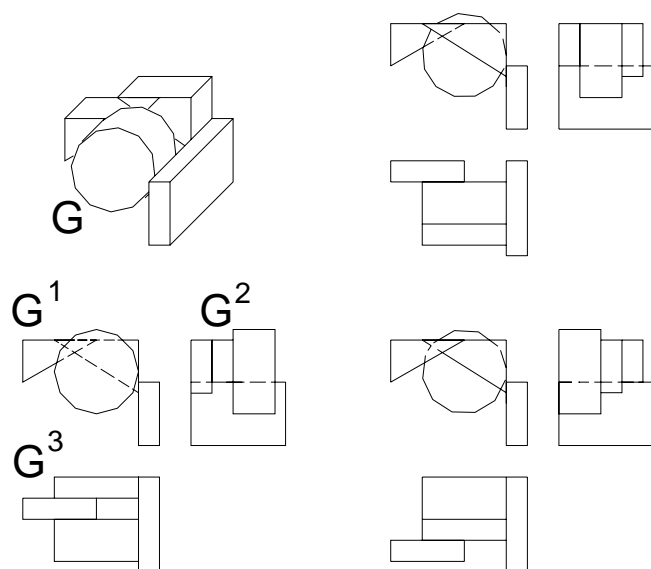
W celu przedstawienia zróżnicowanych możliwości tych programów pod względem przydatności w nauce metody Monge'a, postanowił autor wyróżnić trzy etapy w nauczaniu tej metody. Są to:

- 1) etap sporządzania obrazów obiektów w postaci związanych rzutów,
- 2) etap restytucji obiektów na podstawie związanych rzutów,
- 3) etap wykorzystania metody Monge'a do ustalania budowy konkretnych obiektów inżynierskich np. w oparciu o dane narzucające niektóre właściwości geometryczne projektowanym obiektom.

Umiejętny dobór przykładów ćwiczeniowych wykorzystywanych na każdym z w/w etapów, powinien zdaniem autora pozwolić studentowi na samodzielną pracę i weryfikację poprawności uzyskanych wyników. Wówczas wspomaganie komputerowe będzie miało sens i oprócz wspomaganiania programowych zajęć będzie również dodatkowym ich uzupełnieniem obok pozycji literaturowych np. skryptów.

Współczesne wersje programów graficznych w zasadzie nie ograniczają pola działalności i pomysłowości nauczyciela pragnącego je wykorzystać podczas zajęć omawiających pierwszy etap. Większość programów generuje automatycznie rzuty związane brył (tzw. prymitywów ewentualnie brył powstałych w wyniku operacji Boole'a na kilku prymitywach) z uwzględnieniem widoczności w postaci zróżnicowania struktury linii rzutów. Tylko nieliczne

programy samoczynnie generują rzuty nie tylko brył, ale także wielościanów i wyinków powierzchni. Niektóre natomiast nie uwzględniają w rzutach widoczności w tzw. obiektach szkieletowych, zaś w tzw. obiektach powlekanych fasetami rzuty elementów niewidocznych nie są uwzględniane. Przyjrzyjmy się figurze przedstawionej na rys.1. Praktycznie każdy liczący się program do modelowania "3D" potrafi wygenerować trzy wzajemnie związane rzuty tej figury. W tym momencie nauczyciel nie powinien kończyć, ale dopiero rozpocząć wykorzystywanie komputera i jego możliwości. Zaprezentujemy przykładowo działania, jakie może on (ewentualnie sami studenci mogliby wykonać poniższe czynności) wykonać w stosunku do figury i jej rzutów, ażeby lepiej przybliżyć dane zagadnienie, którego nie zrozumieli.



Rys.1.

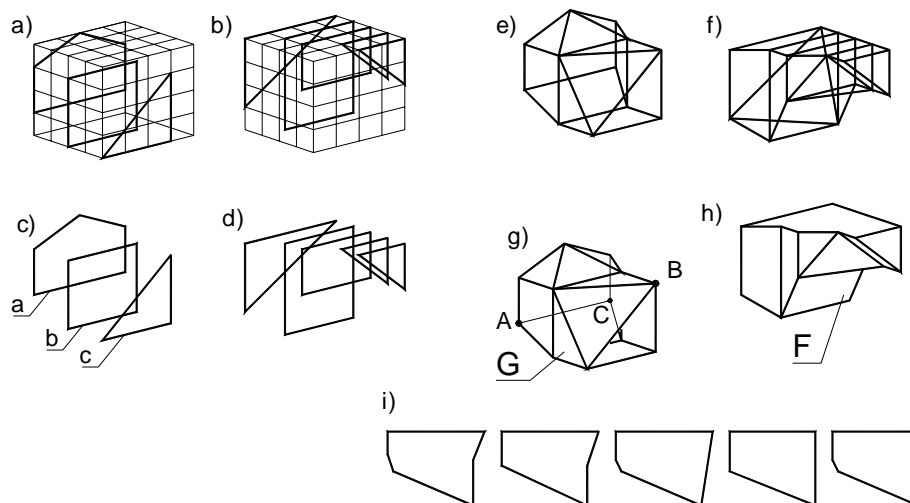
Możliwe jest:

- a) utworzenie przestrzennej siatki punktów leżących w stałych odległościach, do których przyciągany jest kursor, a następnie umieszczanie w węzłach tej siatki wierzchołków tworzonej figury G,
- b) przemieszczanie figury G względem rzutni,
- c) wzajemne przemieszczanie względem siebie elementów składowych figury G,
- d) modyfikowanie właściwości miarowych figury G i jej elementów składowych,
- e) zmiana kolejno wyróżnianych kierunków obserwacji,

a następnie sprawdzanie poprawności przewidywania wyników (rezultatów dokonanych zmian) poprzez ich porównanie z rozwiązaniem uzyskanym za pomocą programu komputerowego zarówno w stosunku do samej figury jak i jej rzutów.

Powyższa możliwość zarówno edycji budowy, położenia figury i położenia obserwatora jak i obserwacji dokonanych zmian stwarzają studiującym warunki do samodzielnego doskonalenia własnych umiejętności (które często są niewielkie, gdyż nagminnie mylą oni np. przedstawione pojęcia jak m.in. zmianę kierunku obserwacji ze zmianą położenia rzutowanej figury przez co nie mogą prawidłowo wygenerować rzutów związanych utworzonego przez siebie wirtualnego obiektu).

Kolejny przykład dotyczy zajęć z zakresu metody Monge'a.

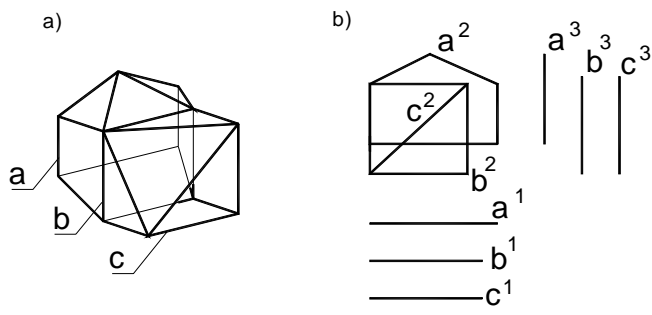


Rys.2.

Pozwala on: a. rozwijać wyobraźnię przestrzenną studenta. b. doskonalic umiejętności tworzenia rzutów związanych figury, c. rozwijać umiejętność restytucji w oparciu o rzuty związane figury.

Przy pomocy przestrzennej siatki punktów położonych w stałych odległościach względem siebie tworzone są płaskie (ewentualnie przestrzenne) linie kształtujące a, b, c figurę G. Po wskazaniu w odpowiedniej kolejności tak utworzonych tzw. linii przekrojowych, program generuje odpowiednią figurę wielościaną. Możliwość zmiany położen oraz budowy poszczególnych linii, a następnie obserwacja tych zmian w budowie figury i jej rzutów pozwala w efektywny i bardzo twórczy sposób wykorzystać programy graficzne. Zwłaszcza zmiana liczby boków powodująca zmianę liczby krawędzi i ścian tworzonych figur przyczynia się do rozwoju wyobraźni przestrzennej uczących się. Opisane figury wielościenne oraz działania dokonywane na tych figurach są możliwe do wykonania tylko w nielicznych programach graficznych.

Drugi bardzo ważny etap nauki przyszłych absolwentów konstruktorów to kształtowanie umiejętności restytucji obiektów na podstawie obrazów tych obiektów zapisanych za pomocą metody Monge'a. Wskazując dowolny rzut każdej z trzech prezentowanych w poprzednim przykładzie linii osoba obsługująca program inicjuje wirtualną restytucję odpowiedniej figury (rys. 3).

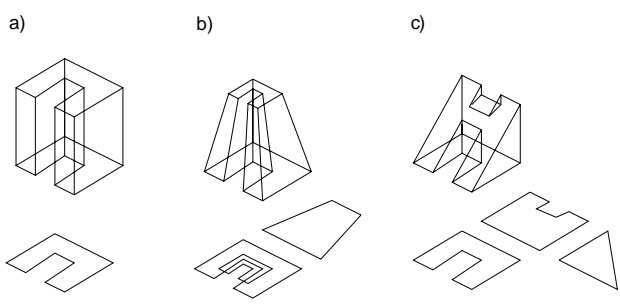


Rys.3.

Przykład ten został stosunkowo rozbudowany przez autora ze względu na powszechne wykorzystanie przekrojów do modelowania geometrycznego i wytrzymałościowego obiektów inżynierskich.

Czynny zawodowo inżynier konstruktor (czy to jako projektant czy to jako wykonawca) korzysta z rysunków dokumentacji technicznej, której część rysunkowa wykonana jest głównie w rzutach związanych metody Monge'a.

Niestety autor artykułu obserwuje u dużej liczby studentów zdecydowaną nieporadność w odtwarzaniu budowy i wymiarów geometrycznych obiektów. Zdaje on sobie sprawę, że restytucja w oparciu o rzuty związane figury wykonane w metodzie Monge'a stwarza studentom większe problemy niż nauka tworzenia rzutów tej samej figury. Najtrudniej jest efektywnie wykorzystać oprogramowanie graficzne do nauki tej restytucji..



Rys.4

Wszystkie uznane programy graficzne potrafią przeprowadzić restytucję figur o stałym przekroju (rys.4a) w oparciu o jedną linię płaską po dodaniu informacji o długości tej figury w postaci liczby. Tylko nieliczne programy potrafią natomiast dokonać restytucji w oparciu o dwie lub trzy współpłaszczyznowe linie dwóch lub trzech parami związanych rzutów linii opisujących ustalaną figurę (rys.4b,c).

Dużą wadą oprogramowania jest to, że

w zadawanych płaskich figurach jest uwzględniana widoczność, ale nie w postaci ewentualnych linii kreskowych. Elementy niewidoczne mogą jedynie nie być uwzględniane w rzutach. Stosowana jest więc tylko linia ciągła. Ten oraz podane niżej warunki, w których może odbywać się wirtualna restytucja ograniczają różnorodność restytuowanych figur.

Niektóre programy automatycznie restytuują jedynie bryły o stałym przekroju (rys.4a). Inne wykonują tzw. wyciągnięcie każdej z zadanych linii płaskich na odpowiednią wysokość, ale po wcześniejszym przemieszczeniu tych linii do odpowiednich położenia (tak ażeby płaszczyzny, w których zawarte są krzywe stały się wzajemnie prostopadłe) a następnie inicjują jedną z operacji Boole'a np. część wspólna, a więc pozwalają ustalać figury o zmiennym przekroju na długości. Różnorodność tak tworzonych figur jest stosunkowo ograniczona. Tylko wyjątkowe programy jak 3D Studio pozwalają na zmianę przekroju jednej z wyciąganych figur na jej długości i operacje Boole'a, a kształtowany obiekt może na dodatek być nie tylko bryłą lecz wielościanem lub wycinkiem powierzchni. W tym przypadku kształt każdej z trzech płaskich linii tworzących obraz wyznaczanego obiektu może być dowolny, jednakże wówczas zostanie utworzony trójwymiarowy obiekt, którego budowa i wymiary mogą znacznie różnić się od oczekiwanych. Figury te powinny spełniać warunki właściwe dla metody Monge'a (np. punkty tych linii powinny leżeć w odnoszących, a ich odległości od przyjętych rzutów płaszczyzn porównawczych powinny być też ściśle wzajemnie powiązane itd.).

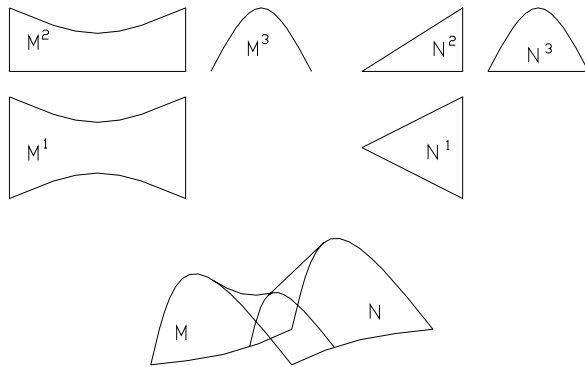
O możliwościach związanych z edycją tak tworzonych obiektów i ich rzutów nie będzie autor wspominał, gdyż są one analogiczne do opisanych na początku rozdziału.

Najciekawszy jest ostatni etap nauki metody Monge'a, w którym są wykorzystywane wiadomości nabyte przez studentów w dwóch poprzednich etapach, a więc jest on w pewnym sensie również repetytorium nabytych w tych etapach wiadomości i umiejętności.

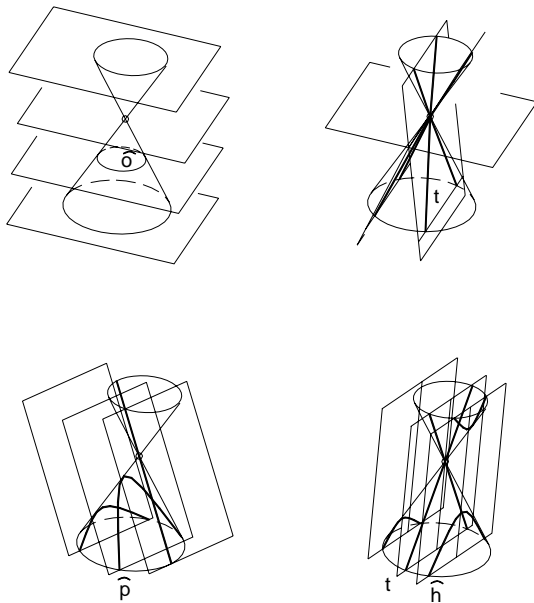
Szczególnie na tym etapie nauki duża liczba studentów przestaje podążać za rozumowaniem nauczyciela i wyłącza się z zajęć. Szczególnie jest to widoczne podczas omawiania prac dotyczących znajdowania:

- a) kąta nachylenia skośnych prostych zawierających krawędzie figury,
- b) kąta nachylenia prostej i płaszczyzny zawierających odpowiednio krawędź i ścianę figury;
- c) wycinków powierzchni.

Taka sytuacja spowodowana jest najczęściej niewyniesieniem odpowiednich wiadomości np. z zakresu właściwości przestrzeni euklidesowej ze szkoły średniej oraz nieprzyswojeniem nowej terminologii, którą posługuje się prowadzący zajęcia. Przynajmniej część z tych osób po zobrazowaniu danego zagadnienia rysunkami poglądowymi (które wymagają odpowiedniego czasu do narysowania i omówienia, a czasu ciągle brak) nie ma już problemów z rozwiązaniem danego zagadnienia. Stąd przydatność poglądowych, wirtualnych modeli w nau-



Rys.5.



Rys.6.

czaniu geometrii oraz w kształtowaniu wyobraźni przestrzennej u studentów może być bardzo duża, do tego stopnia żeby w trakcie zajęć pierwszych lat studiów, a nie ostatnich stwierdzali oni, że przecież geometria nie jest wcale taka trudna.

Poniższy przykład dotyczy możliwości generowania i edycji wirtualnych wycinków powierzchni, a zwłaszcza ich linii brzegowych. Tylko niektóre programy graficzne generują linie przenikania powierzchni, linie brzegowe wycinków powierzchni oraz ich rzuty. Na rys.6 przedstawiono różne rodzaje linii przecięcia powierzchni stożkowej płaszczyzną w zależności od ich wzajemnego położenia.

W prosty sposób osoba ucząca się może wygenerować za pomocą programu komputerowego przecięcia i ich rzuty, a nawet animować ruch płaszczyzny względem powierzchni uzyskując animację zmieniających się: geometrii oraz rodzaju linii w/ w krzywych oraz ich rzutów. Uzyskane rezultaty może później szczegółowo analizować. Możliwe jest zastąpienie zarówno rozpatrywanej płaszczyzny jak i powierzchni dowolną powierzchnią.

Ostatni przykład niemożliwy do prezentacji w niniejszym artykule został przedstawiony w postaci animacji komputerowej na III Seminarium "Geometria i grafika w kształceniu współczesnego inżyniera." Wisła 2000. Autor pokazuje w nim jak proste jest komputerowe modelowanie wycinka hiperboloidy

skośnej w oparciu o trzy wzajemnie skośne proste stanowiące figurę wyznaczającą hiperboloidę.

Te praktyczne ćwiczenia z pewnością wyeliminowałyby przypadki, w których większość studentów przystępujących do sprawdzianu lub egzaminu nawet nie zamierza rozwiązywać zadania z zakresu powierzchni. Jednakże tylko wyjątkowe programy pozwalają na dokonanie w/ w konstrukcji. Program AutoCAD pozwala znajdować jedynie współrzędne punktów przecięć prostych oraz prostej i płaszczyzny, a gdy chcemy na ich podstawie linię, to trzeba wpisać współrzędne z klawiatury lub napisać odpowiednią aplikację. Taka metoda jest żmudna i nie jest polecana przez autora w przypadku, gdy celem zajęć nie jest omówienie procedur numerycznych wykorzystywanych w języku AutoLISP programowania AutoCADa. Omawiane podczas animacji działania potrzebne w konstrukcji prezentowanego wycinka hiperboloidy skośnej zaprezentowane przez autora w postaci animacji wirtualnej podczas wygłoszenia referatu na konferencji w Wiśle możliwe są do wykonania nawet przez osobę rozpoczynającą dopiero naukę geometrii. W prosty sposób osoba ta znajduje: a) wiązkę płaszczyzn o rdzeniu w postaci jednej z kierujących, b) punkty przecięcia płaszczyzn tej wiązki z dwoma pozostałymi kierującymi, c) tworzące będące złączami par punktów przecięcia jednej i tej samej płaszczyzny wiązki z obiema kierującymi, d) powierzchnię - sumę tworzących, e) linię ograniczającą rozpatrywany wycinek powierzchni, f) rzuty w/ w obiektów.

Duża intuicyjność oprogramowania graficznego oraz łatwość wykonywania przy jego pomocy działań geometrycznych mogą doprowadzić do następujących stwierdzeń studentów:

- a) skoro są programy graficzne, to nie ma potrzeby wkładania wysiłku w poznanie metod odwzorowań na kursie geometrii,
- b) metody przedstawiania obiektów w programach komputerowych nie mają nic wspólnego z teorią odwzorowań podawaną na kursie geometrii,

w przypadku gdy osoba przekazująca wiedzę z zakresu trójwymiarowej grafiki komputerowej nie będzie umiała wskazać tych obszarów, w których geometria i grafika uzupełniają się. Dowodem niech będzie podany niżej przykład (rys.7) wirtualnego modelu przekrycia budowla-



Rys.7.

nego. Po dojściu do pewnej wprawy w posługiwaniu się oprogramowaniem graficznym, większość studentów nie będzie miała kłopotów z utworzeniem analogicznego modelu wirtualnego. Jednakże niemożliwa do pokonania nawet dla absolwenta staje się droga prowadząca do utworzenia dokumentacji technicznej tak zamodelowanego obiektu. Brakuje mu w tym miejscu głównie podstawowych umiejętności z zakresu wykorzystania właściwości przestrzeni rzutowej w konstrukcjach poprzedzających

i przygotowujących wykonanie dokumentacji technicznej

Podsumowanie

Na zakończenie artykułu postanowił autor wymienić najważniejsze merytoryczne czynniki przemawiające za wprowadzeniem wspomaganie komputerowego do dydaktyki przyszłych absolwentów Politechniki Rzeszowskiej w znacznie wyższym stopniu niż to ma miejsce obecnie. Są to:

- 1) duża poglądowość wirtualnych obiektów np. w zakresie budowy modeli, ich elementów składowych, wzajemnego położenia elementów składowych, czy też prezentacji zależno

ści geometrycznych występujących pomiędzy modelami a ich obrazami sporządzonymi w różnych metodach odwzorowania,

- 2) możliwość równoczesnego przedstawienia obrazów modelowanych obiektów w różnych metodach odwzorowania także wraz odpowiednimi dla danej metody liniami i konstrukcjami pomocniczymi,
- 3) pozbycie się nakładanych dzisiaj przez architekta, wykonawcę itd. na konstruktora więzów podczas kształtowania form geometrycznych obiektów inżynierskich; dzięki wirtualnym modelom konstruktor jest w stanie przedstawić swój projekt optymalnej konstrukcji oraz ewentualne wykorzystanie cech konstrukcji w formie architektonicznej tworzonego obiektu (rys. 8),



Rys.8.

- 4) zwiększenie efektywności w zakresie przyswajania materiału przez studentów

LITERATURA:

- [1] R.Górska, L. Piekarski: MCT dla oceny zdolności percepcyjnych studentów uczelni technicznych w Polsce., Geometria i grafika inżynierska 1 Z. N. P. Śląskiej, Gliwice 1996
- [2] A. Reichhart: Powłokowe formy architektoniczne z blach fałdowych. Ogólnopolska Konferencja, Rzeszów 2000, s. 65-72.

NECESSITY OF UTILISATION OF 3D OBJECTS VIRTUAL MODELING TOOLS IN TRAINING OF DESIGN-ENGINEERS

In the paper, the author presents precise examples and advantages arising from computer support, regarding shaping of students skills in the field of constructions of virtual models and their projections.

Last years brought large dissemination of virtual methods of creation of engineering objects prototypes. It was possible thanks to high accessibility and capabilities of latest version of computer software. Computer models are more and more often a starting point while preparing primary drawing parts of technical documentations. On basis of these models flat drawings of views, sections, projections and details are generated. Moreover, in order to increase attractiveness of projects, animations and Internet presentations are produced. The designer, who effectively uses only computer when creating engineering objects, should have the following skills:

- a) spatial perception of objects,
- b) application of rules characteristic for a proper representation method,
- c) restitution of spatial objects based on flat projections,
- d) advisable application of all functions available in a given software,
- e) self-education regarding new software upgrades.

Basing on his research, the author concludes that most problems are caused by the restitution of objects copied in Monge's projections.