

TEMATY INDYWIDUALNE ORAZ PUNKTOWY SYSTEM OCENY CZYNNIKAMI AKTYWIZUJĄCYMI UCZESTNICTWO W ĆWICZENIACH Z GEOMETRII WYKREŚLNEJ

1. Wstęp

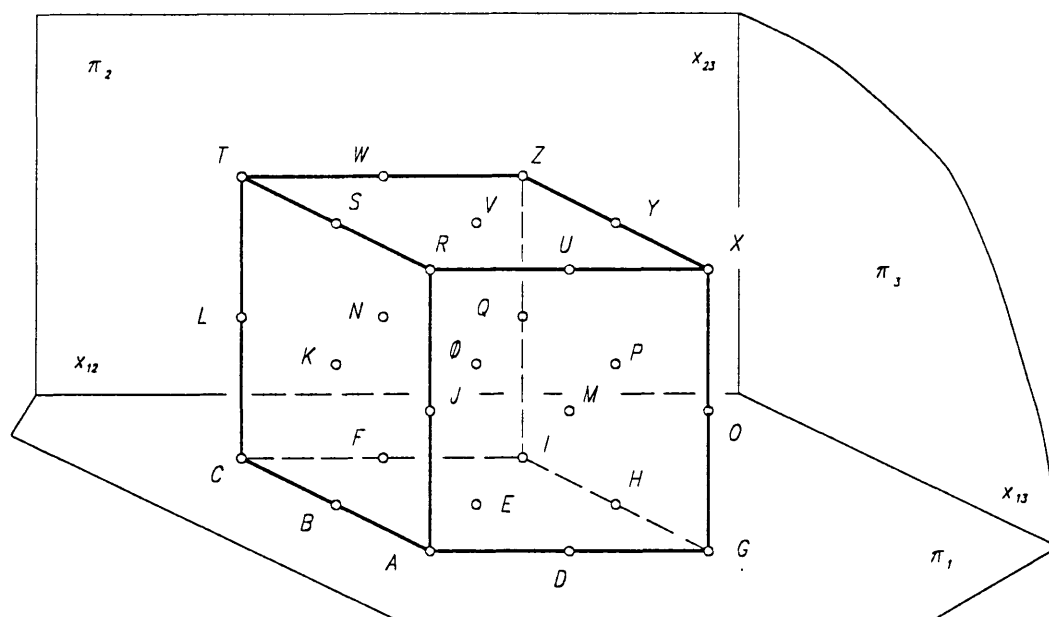
Wśród wielu czynników składających się na efektywność nauczania studentów lat pierwszych wyższych uczelni istotną rolę odgrywa zakres i poziom wiedzy przyswojonej w czasie edukacji na niższych szczeblach kształcenia. Brak dostatecznego opanowania na poziomie szkoły średniej wiadomości z tzw. przedmiotów ogólnych jest jedną z przyczyn niepowodzeń w studiowaniu tych i pokrewnych przedmiotów już na poziomie wyższym. Na studiach technicznych duże problemy sprawia studentom geometria wykreślna. Oprócz braków w wiadomościach z zakresu geometrii euklidesowej, dochodzi brak umiejętności samodzielnego i systematycznego uczenia się, charakterystyczny dla studentów lat pierwszych oraz skromna liczba godzin poświęcona temu przedmiotowi w ramowym programie studiów. Dla wielu studentów wymienione trudności są często niemożliwe do pokonania i czynią z geometrii wykreślonej przedmiot „progowy”. Celem poprawy efektywności nauczania wskazane jest więc poszukiwanie metod i form nauczania przedmiotu łagodzących wspomniane trudności oraz wypracowanie form organizacji zajęć wymuszających aktywne uczestnicwo studentów. Dążenie do tego celu nie powinno jednak powodować obniżenia poziomu nauczania.

2. Sposób realizacji zajęć z geometrii wykreślonej oparty na aktywnym uczestnictwie studentów

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej geometria wykreślna prowadzona jest w dwóch formach zajęć: wykładu (1 godzina tygodniowo) oraz ćwiczeń projektowych (2 godziny tygodniowo) i trwa jeden semestr. Wykład, pełniący w stosunku do ćwiczeń rolę informacyjno-usługową, zawiera podstawy teoretyczne przedmiotu ze wskazaniem materiału do samodzielnego przestudiowania oraz treści umożliwiające studentom rozwiązywanie zadań praktycznych, będących później przedmiotem ćwiczeń. Materiał wykładu poprzedza odpowiadające mu ćwiczenia co najmniej o 1 tydzień.

Ćwiczenia projektowe są realizowane metodą praktyczną. Studenci otrzymują do rozwiązania i wykreślenia na arkuszu zadania indywidualne o zbliżonej tematyce i podobnym stopniu trudności. Rozwiązują te zadania w całości podczas trwania ćwiczeń, korzystając z notatek własnych i zalecanej literatury przedmiotu. Ocena pracy następuje pod koniec zajęć.

Przedstawiony sposób realizacji ćwiczeń wymagał przygotowania dużej liczby zadań (minimum 35 na każde zajęcia, co wynika z liczebności grup projektowych). Umożliwiła to opracowana przez autorów tego artykułu metoda generowania sytuacji wyjściowych dla ilustracji dowolnego problemu z geometrii wykreślnej przy pomocy tzw. sześcianu bazowego (rys. 1.)[1].



Rys. 1. Sześcian bazowy

Wykorzystując tę metodę utworzono zestawy zadań do każdego ćwiczenia. Zadania objęte zestawem są ilustracją jednego lub grupy problemów. Problemy zaliczone do tej samej grupy mają porównywalną treść i stopień trudności. W obrębie jednego problemu zadania różnią się narzuconą sytuacją wyjściową, przy czym i tu obowiązuje zasada porównywalności. Dane wyjściowe do zadań zestawiono tabelarycznie, co czyni tą formę notacji krótką i przejrzystą (tabele 1, 2, 3, 4). Zasadą doboru treści kolejnych ćwiczeń jest, aby przyrost

pracochłonności i skali trudności rozwiązania był stopniowy, równomierny i odpowiadał aktualnemu stanowi opanowywania studiowanego przedmiotu.

Opisany sposób prowadzenia ćwiczeń opiera się na założeniu systematycznej pracy własnej studentów. Tematy ćwiczeń wraz z zadaniami podawane są do wiadomości studentów z co najmniej tygodniowym wyprzedzeniem. Materiał realizowany na bieżących ćwiczeniach musi być przestudiowany wcześniej, bowiem stopień trudności zadań i związany z tym czas na wykreślenie rozwiązania wymaga nie tylko przygotowania się do ćwiczeń ale również aktywnego w nich udziału. Czynnikiem mobilizującym w tym względzie jest stosowany system oceny pracy studentów. Polega on na wprowadzeniu oceny punktowej w skali od 0 do 1 punktu za pracę na danych ćwiczeniach w miejsce oceny wyrażonej w stopniach. Maksymalną ocenę 1 pkt uzyskuje praca poprawna pod względem merytorycznym i formalnym oraz estetycznie wykonana. Nie przewiduje się poprawy prac ocenionych poniżej 1 punktu.

Program ćwiczeń przewiduje 2 kolokwia wykonywane samodzielnie i pod kontrolą. Kolokwia te oceniane są również w systemie punktowym. Każde kolokwium obejmuje zestaw 5 zadań, których ocena zawarta jest w przedziale $0 \div 1$ pkt za zadanie. Treść zadań stanowią zagadnienia teoretyczne, mające wykazać stopień opanowania przedmiotu przy możliwie małym nakładzie pracy manualnej (kreślarskiej) studenta.

Niektóre ćwiczenia rozpoczynają się krótkim sprawdzianem pisemnym. Tematami sprawdzianów są zadania o treści związanej z problematyką bieżących ćwiczeń. Czas trwania sprawdzianu nie przekracza 10 min. Zadania oceniane są w skali $0 \div 0.5$ pkt. Punkty ze sprawdzianów stanowią dodatkową premię wpływającą na ocenę semestralną.

3. Przykładowy rozkład materiału ćwiczeń projektowych z geometrii wykreślnej

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej Geometria wykreślna jest realizowana w przedstawiony sposób od trzech lat. W ciągu tego czasu dokonano niewielkich korekt treści objętych programem przedmiotu oraz zweryfikowano w czasie ćwiczeń wszystkie przygotowane zadania. W roku akademickim 1994/1995 ćwiczenia projektowe realizowano w oparciu o następujący program:

Program ćwiczeń z przedmiotu: geometria wykreślna dla kierunku: Mechanika
rok akademicki 1994/1995

ĆWICZENIA 1.: Informacje porządkowe, wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad generowania sytuacji przestrzennych przy pomocy sześcianu bazowego, ankieta sprawdzająca stopień ogólnej znajomości geometrii elementarnej.

ĆWICZENIA 2.: Kreslenie elipsy i owalu, konstrukcje znajdowania osi elipsy, aproksymacja elipsy owalem (3 problemy).

ĆWICZENIA 3.: Rzutowanie prostokątne modelu opisanego rysunkiem pogładowym przy zadanym jego położeniu względem rzutni Monge'a (1 problem, 60 zadań).

ĆWICZENIA 4.: Sprawdzian I. Zastosowanie konstrukcji podstawowych: konstrukcja prostej prostopadłej do płaszczyzny, wyznaczanie punktu przebicia płaszczyzny prostą (1 problem, 36 zadań).

ĆWICZENIA 5.: Sprawdzian II. Zastosowanie konstrukcji podstawowych: wyznaczanie krawędzi figur płaskich (1 problem, 48 zadań).

ĆWICZENIA 6.: Sprawdzian III. Kłady i obroty: zagadnienia miary długości i kąta (7 problemów, 35 zadań).

ĆWICZENIA 7.: Sprawdzian IV. Transformacja układu odniesienia: zagadnienia miary długości i kąta (9 problemów, 36 zadań).

ĆWICZENIA 8.: Kolokwium I.

ĆWICZENIA 9.: Konstruowanie rzutów wielościanów foremnych (9 problemów, 45 zadań).

ĆWICZENIA 10.: Przekrój wielościanu wypukłego płaszczyznami rzutującymi - złożenie dwu przekrojów (1 problem, 36 zadań).

ĆWICZENIA 11.: Przekrój ostrosłupa płaszczyzną w położeniu ogólnym (1 problem, 36 zadań).

ĆWICZENIA 12.: Sprawdzian V. Przekrój stożka obrotowego płaszczyzną w położeniu ogólnym (1 problem, 36 zadań).

ĆWICZENIA 13.: Przekroje powierzchni i brył obrotowych: walca, hiperboloidy jednopowłokowej, kuli, torusa, powierzchni obrotowej powstałej w wyniku obrotu łuku okręgu (6 problemów, 36 zadań).

ĆWICZENIA 14.: Przenikanie brył obrotowych (36 zadań).

ĆWICZENIA 15.: Kolokwium II.

W trakcie semestru każdy student miał możliwość uzyskania 12 punktów za prace projektowe i 10 punktów za kolokwia, co dawało w sumie 22 punkty. Zaliczenie ćwiczeń z oceną dostateczną następowało po uzyskaniu 11 pkt, przy czym punkty uzyskane ze sprawdzianów były brane pod uwagę na równi z punktami za arkusze i kolokwia.

4. Przykładowy zestaw tematów indywidualnych

Podane w poprzednim rozdziale zagadnienia mają charakter hasłowy. W celu przybliżenia Czytelnikowi konkretnych treści formułowanych problemów i sposobu zapisu sytuacji wyjściowych przytoczono tytułem przykładu tematy zadań z przekrojów powierzchni i brył obrotowych realizowanych na ćwiczeniach 12 i 13.

Przekrój stożka obrotowego

(zadania 1 ÷ 36)

I. Dany jest stożek obrotowy Σ , którego osią jest prosta $l = (V,E)$, wierzchołkiem jest punkt (1), zaś podstawą koło opisane na kwadracie (2). Wyznaczyć przekrój tego stożka płaszczyzną $\phi = (3)$ i narysować rzuty tej jego części, która posiada ścianę przekroju widoczną w rzucie poziomym. Określić widoczność otrzymanej bryły we wszystkich rzutach. Wyznaczyć naturalną wielkość ściany przekroju.

Informacje pomocnicze:

- rysunek wykonać na arkuszu formatu A3 w podziałce 1:1,
- długość krawędzi sześciangu bazowego przyjąć 80 mm,
- potencjalną odległość rzutów sześciangu bazowego przyjąć 50 mm (jest to odległość między rzutem pionowym dolnej podstawy i rzutem poziomym tylnej ściany sześciangu bazowego, rys. 1),
- rzuty podstawowe sytuacji wyjściowej przyjąć w odległości około 25 mm od ramki górnej i około 35 mm od prawej ramki arkusza rysunkowego,
- w rozwiązaniu zastosować metodę transformacji układu odniesienia,
- w przypadku, gdy brzegiem rzutu przekroju jest elipsa (lub jej fragment), należy aproksymować ją owalem, wyznaczając wcześniej kierunki i długości osi,
- zakreskować ścianę przekroju w rzutach, w których jest widoczna, podziałkę kreskowania przyjąć $2.0 \div 2.5$ mm.

Tabela 1.

Nr zadania	(1)	(2)	(3)	Nr zadania	(1)	(2)	(3)
1	V	BDHF	(A,L,P)	19	V	BDHF	(C,H,R)
2	V	BDHF	(I,K,O)	20	V	BDHF	(C,H,J)
3	E	SUYW	(M,T,Y)	21	V	BDHF	(A,T,Y)
4	E	SUYW	(N,S,X)	22	E	SUYW	(J,T,Y)
5	V	ACIG	(J,S,U)	23	V	BDHF	(B,G,Z)
6	V	ACIG	(A,N,P)	24	E	SUYW	(Q,S,X)
7	V	BDHF	(C,S,X)	25	V	ACIG	(I,K,M)
8	V	BDHF	(G,T,Y)	26	V	ACIG	(A,L,O)
9	E	SUYW	(C,H,V)	27	E	RTZX	(Q,S,X)
10	E	SUYW	(B,G,V)	28	E	RTZX	(J,W,Y)
11	E	SUYW	(C,H,S)	29	V	ACIG	(C,E,R)
12	E	SUYW	(B,G,T)	30	V	ACIG	(C,E,Z)
13	V	ACIG	(F,H,S)	31	V	ACIG	(C,S,U)
14	V	ACIG	(B,D,Y)	32	V	ACIG	(C,W,Y)
15	E	RTZX	(L,O,W)	33	E	RTZX	(B,D,V)
16	E	RTZX	(L,O,U)	34	E	RTZX	(F,H,V)
17	E	RTZX	(J,T,X)	35	V	BDFH	(E,G,S)
18	E	RTZX	(A,K,M)	36	V	ACIG	(F,H,J)

Przekroje powierzchni i brył obrotowych
(zadania 37 ÷ 72)

II. Prosta $l = (1)$ jest osią walcowej powierzchni obrotowej o średnicy równej długości krawędzi sześcianu bazowego. Skonstruować rzuty podstawowe bryły ograniczonej tą powierzchnią oraz płaszczyznami $\alpha = (2)$ i $\beta = (3)$. Ustalić widoczność tej bryły we wszystkich skonstruowanych rzutach. Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (4) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (5) mm.

III. Prosta $l = (1)$ jest osią hiperboloidy jednopowłokowej, której tworzącą jest prosta $t = (2)$. Skonstruować rzuty podstawowe fragmentu hiperboloidy, którego tworzącą jest odcinek prostej t ograniczony punktami wyznaczającymi tą prostą. (Skonstruować rzuty równoleżników brzeżnych oraz co najmniej trzech równoleżników pośrednich.) Ustalić widoczność skonstruowanego fragmentu powierzchni przy założeniu, że jest ona nieprzezroczysta. Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (3) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (4) mm.

IV. Punkt (1) jest środkiem sfery stycznej do płaszczyzny $\alpha = (2)$. Sferę tą rozcięto płaszczyzną $\varphi = (3)$. Skonstruować rzuty podstawowe większej części rozciętej powierzchni i ustalić jej widoczność zakładając, że jest ona nieprzezroczysta. Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (4) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (5) mm.

V. Punkt (1) jest środkiem kuli o promieniu równym 0,8 długości krawędzi sześcianu bazowego. Kulę obcięto płaszczyznami $\alpha = (2)$ i $\beta = (3)$. Skonstruować rzuty podstawowe tej części bryły, która znajduje się pomiędzy płaszczyznami obcinającymi i określić jej widoczność. Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (4) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (5) mm.

VI. Prosta $l = (1)$ jest osią torusa jednobiegunowego o średnicy równika równej dwukrotnej długości krawędzi sześcianu bazowego i biegunie w punkcie (2). Torus ten rozcięto płaszczyzną $\varphi = (3)$. Skonstruować rzuty podstawowe wybranej dowolnie części torusa i ustalić jej widoczność. Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (4) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (5) mm.

VII. Prosta $l = (1)$ jest jest osią powierzchni obrotowej, której tworzącą jest ćwiartka łuku okręgu o środku w punkcie (2), początku w punkcie (3) i końcu w punkcie (4). Skonstruować rzuty podstawowe tej powierzchni i określić jej widoczność przy założeniu, że jest ona nieprzezroczysta. (Skonstruować rzuty równoleżników brzeżnych oraz co najmniej trzech równoleżników pośrednich.) Długość krawędzi sześcianu bazowego przyjąć (5) mm, zaś potencjalną odległość rzutów sześcianu bazowego (6) mm.

Informacje pomocnicze:

- rysunek wykonać na arkuszu formatu A3 w podziałce 1:1.
- przeanalizować sposób przyjęcia sytuacji wyjściowej celem uniknięcia kreślenia rozwiązania poza obrębem arkusza,
- w przypadku, gdy w rozwiązaniu zadania występuje elipsa (lub jej fragment), należy aproksymować ją owalem, wyznaczając wcześniej kierunki i długości osi.
- inne krzywe wykreślać przy użyciu krzywków po uprzednim znalezieniu punktów charakterystycznych i niezbędnej liczby punktów pośrednich.

Tabela 2.

Nr problemu	Nr zadania	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
II	37	(B,P)	(O,Q,V)	(D,K,M)	60	40
	38	(K,Q)	(O,P,W)	(B,M,S)	60	40
	39	(K,V)	(E,J,L)	(F,N,Y)	60	40
	40	(M,P)	(F,K,L)	(F,H,Y)	60	40
	41	(O,R)	(K,L,W)	(H,N,W)	60	40
	42	(S,X)	(D,F,K)	(M,P,Y)	60	40
III	43	(C,G)	(K,Y)	40	60	
	44	(D,H)	(A,Z)	40	60	
	45	(D,O)	(A,Z)	40	30	
	46	(I,T)	(K,O)	40	60	
	47	(K,V)	(B,Z)	60	30	
	48	(M,P)	(A,Q)	60	30	

Tabela 3.

Nr problemu	Nr zadania	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
IV	49	G	(B,X,Z)	(A,T,V)	50	60
	50	J	(D,F,P)	(C,H,R)	50	20
	51	K	(D,H,U)	(B,P,U)	50	50
	52	H	(J,L,Y)	(K,Q,U)	50	70
	53	T	(A,R,Z)	(G,J,Z)	50	60
	54	Y	(B,F,W)	(I,L,X)	50	50
V	55	K	(R,T,P)	(F,H,W)	50	40
	56	M	(K,U,W)	(H,L,Y)	50	20
	57	O	(J,L,X)	(B,D,U)	50	30
	58	P	(E,J,L)	(B,S,X)	50	50
	59	S	(P,U,W)	(A,H,Y)	50	20
	60	V	(D,H,Y)	(G,I,K)	50	20

Tabela 4.

Nr problemu	Nr zadania	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
VI	61	(B,S)	K	(G,R,T)	60	50	
	62	(E,V)	Φ	(A,H,Y)	60	50	
	63	(H,Y)	P	(F,P,Q)	60	50	
	64	(J,L)	K	(B,F,W)	60	50	
	65	(M,N)	Φ	(K,X,Z)	60	50	
	66	(O,Q)	P	(C,T,V)	60	50	
VII	67	(B,Y)	N	L	W	60	50
	68	(B,Y)	T	L	W	60	50
	69	(E,P)	D	A	M	60	70
	70	(L,O)	E	F	H	60	60
	71	(P,V)	Z	I	T	60	60
	72	(R,Z)	Φ	J	O	60	40

5. Uwagi końcowe

Realizowanie ćwiczeń opisaną metodą stawia wysokie wymagania zarówno studentom jak i nauczycielom akademickim. Studenci są zobowiązani do systematycznej nauki, zaś prowadzący zajęcia muszą być przez cały czas ćwiczeń skoncentrowani i gotowi do podjęcia dyskusji z każdym studentem na temat jego zadania. Studenci nie przygotowani do zajęć są tu od razu zauważani (w przypadku prowadzenia zajęć metodą ćwiczeń tablicowych takiego rozeznania brakuje).

W przygotowywaniu się studentów do ćwiczeń znaczącą rolę odgrywają konsultacje. Prowadzący zajęcia muszą poświęcić na ten cel co najmniej 1 godzinę tygodniowo dla każdej grupy ćwiczeniowej. Na podstawie swoich dotychczasowych doświadczeń autorzy stwierdzają, że studenci z nich korzystający sprawniej rozwiązują swoje zadania w czasie zajęć.

Ważnym elementem, aktywizującym udział w ćwiczeniach, jest stosowanie punktowego systemu ocen, w którym uzyskana liczba punktów jest wskaźnikiem pracy studenta w ciągu całego semestru. Trzy lata stosowania tego systemu skłania do refleksji, że oceny 1 pkt nie należy zbyt rozdrabniać. W przypadku prac niedokończonych można stosować oceny będące wielokrotnością 0.25 pkt lub ocenę 0.5 pkt, przy czym wskazana jest tutaj pewna elastyczność na korzyść studenta.

Wystawianie oceny pod koniec ćwiczeń jest korzystne z pedagogicznego punktu widzenia. Uzyskuje się w ten sposób pozytywny efekt psychologiczny. Ocena wystawiona na bieżąco bardziej mobilizuje, niż taka sama ocena okazana studentowi po upływie tygodnia, bowiem z upływem czasu problem przez niego rozwiązywany jest postrzegany już w innym, odleglejszym wymiarze.

Ustawienie progu zaliczenia ćwiczeń z oceną dostateczną na poziomie 50% liczby punktów możliwych do zdobycia jest wymogiem pozornie łagodnym. W rzeczywistości jednak zdobycie np. 11 punktów wymaga poprawnego rozwiązania 11 zadań na 12 postawionych studentowi w semestrze. Należy tu zaznaczyć, że nie przewiduje się poprawy prac ocenionych poniżej 1 pkt. Niepowodzenia w pracach projektowych mogą co prawda być zrekompensowane na kolokwiach czy sprawdzianach ale stopień trudności zadań kolokwialnych jest dużo wyższy, gdyż z założenia mają one różnicować końcowe oceny z przedmiotu dając odbicie rzeczywistego poziomu wiedzy prezentowanej przez studentów.

Opisany sposób realizacji ćwiczeń daje komfort pracy prowadzącym zajęcia. Podana z wyprzedzeniem tematyka oraz przedstawione w formie pisemnej szczegółowe informacje pomocnicze dotyczące sposobu przedstawienia rozwiązania pozwalają rozpocząć zajęcia bez zbędnych opóźnień. Losowanie lub przydział zadań dla studentów zajmuje około 2 min. Dyskusowanie ewentualnych niejasności odbywa się w rozmowie indywidualnej i nie przeszkadza w pracy całej grupie. Ponieważ prace są wykonywane w całości na ćwiczeniach i oceniane na bieżąco, nie występuje problem nieterminowego ich oddawania (zjawisko charakterystyczne w przypadkach wydawania prac do domu). Prowadzący nie musi też poświęcać swego czasu na sprawdzanie i ewentualną obronę prac domowych, mogąc go przeznaczyć na typowe konsultacje.

Studenci, którzy nie uzyskali do końca semestru niezbędnej liczby punktów, ubiegają się o zaliczenia przedmiotu w trybie poprawkowym, przewidzianym regulaminem studiów. Zaliczenia poprawkowe (regulamin przewiduje dwa podejścia) mają charakter kolokwii, przy czym w pierwszym podejściu poprawkowym stosowane są bonifikaty zależne od liczby punktów zgromadzonych w semestrze. W drugim podejściu poprawkowym bonifikaty już nie są przyznawane.

Autorzy niniejszego artykułu byłiby wdzięczni za uwagi dotyczące przedstawionej metody, zaś wszystkim, którzy zechcieliby przetestować ją u siebie, służą szczegółowymi informacjami.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stefan Przewłocki

6. Literatura

1. Kudasiewicz Z., Krzywonos L.: *Sześcian jako baza w generowaniu sytuacji przestrzennych*, Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, Technika vol. 3, nr 2, 1994.

THE INDIVIDUAL TASKS AND NUMERICAL WAY OF
STUDENTS EVALUATION AS THE STIMULATION TO
THEIR INDIVIDUAL ACTIVITY DURING
THE DESCRIPTIVE GEOMETRY EXERCICES

SUMMARY

This paper presents the methods of running the descriptive geometry exercises in The Mechanical Department of Technical University of Lublin. It was resigned from any homework and every exercise goes in partly invigilated system, what means that students can use their notes, books, etc. and their teacher's help during the classes, of course.

Every student's work is being evaluated than the sum of points gained during the semester is converted into the mark, conformable to the present obligatory mark graduations.

This article contains the division of the descriptive geometry course into 15 design exercises. Also a number of individual tasks were presented. Two exemplary solutions of the problems in views and sections of surfaces and solids of revolution exercises were shown.