Politechnika Wrocławska

Sprawozdanie 2

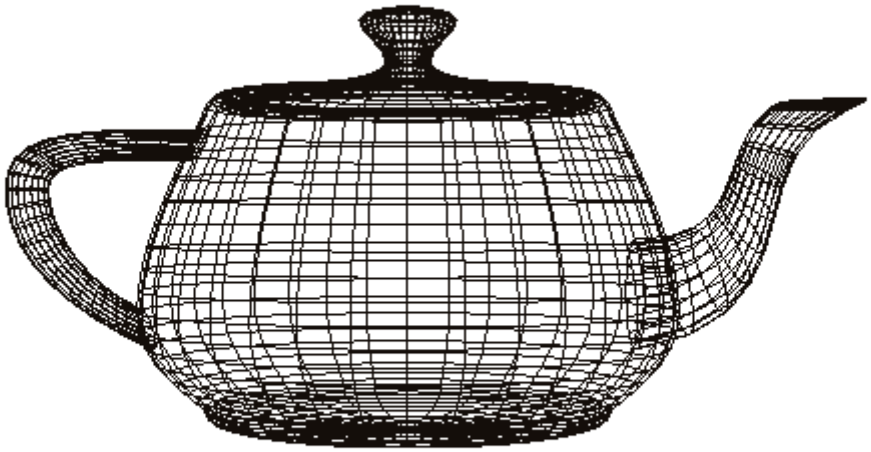
Ćwiczenie 2. **Modelowanie obiektów 3D**

Autor: Krzysztof Zalewa

Spis treści

1.Wstęp teoretyczny

1.1 Utah teapot



Rysunek 1. Utah teapot wygenerowany przy pomocy mojego programu

Czajnik z Utah to jeden z podstawowych modeli 3d często używany jako punkt odniesienia w testach. Jest to model matematyczny czajnika marki Melitta. Model ten został stworzony przez Martina Newella w 1975. Jako jeden z pierwszych obiektów 3d został opisany przy pomocy krzywych Béziera.

1.2 Jajko

1.2.1 Równanie jajka

By narysować jajko należało wyliczyć współrzędne punktów z których składa się to jajko. Wzory na punkty które należą do jajka zostały podane na prezentacji ze strony Dr. Gniewkowskiego

$$x(u, v) = (-90 \cdot u5 + 225 \cdot u4 - 270 \cdot u3 + 180 \cdot u2 - 45 \cdot u) \cdot \cos(\pi \cdot v)$$

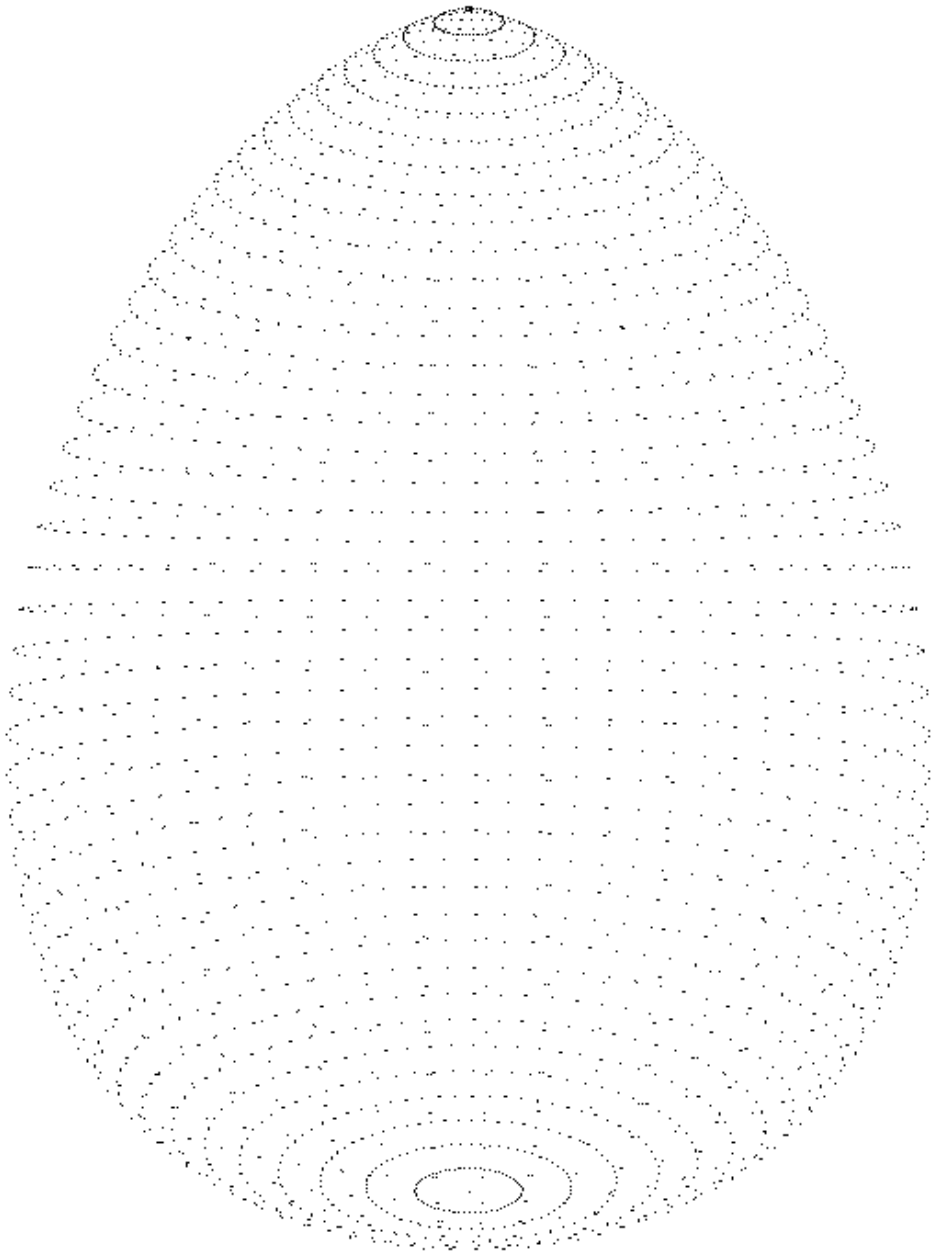
$$y(u, v) = 160 \cdot u4 - 320 \cdot u3 + 160 \cdot u2 - 5$$

$$z(u, v) = (-90 \cdot u5 + 225 \cdot u4 - 270 \cdot u3 + 180 \cdot u2 - 45 \cdot u) \cdot \sin(\pi \cdot v)$$

By poprawnie narysować jajko u powinno być w przedziale $0 <= u <= 1$ a v w przedziale $0 <= v <= 2\pi$

1.3 Renderowanie przy pomocy prymitywów

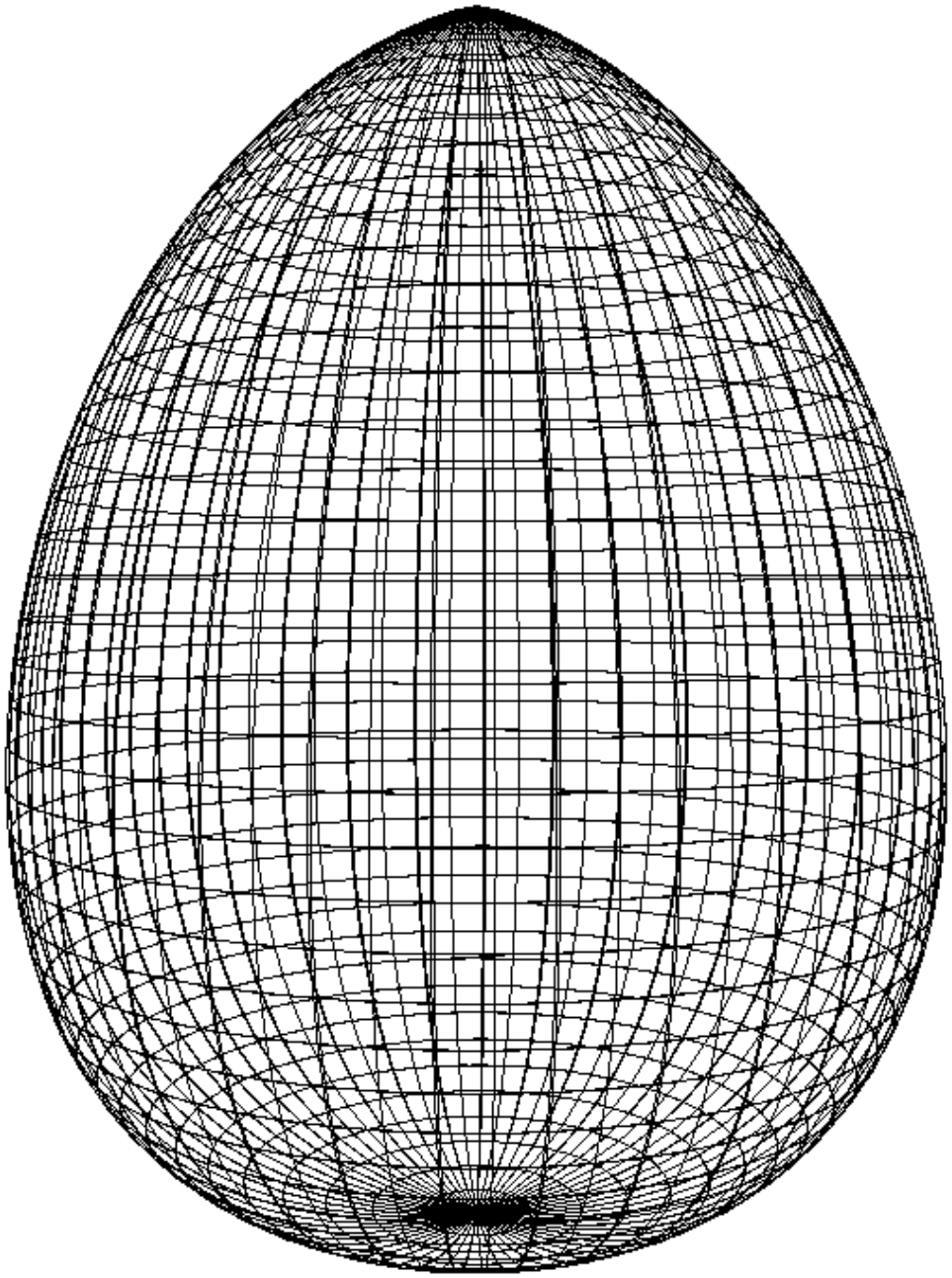
1.3.1 GL_POINTS



Rysunek 2. Jajko składające się z samych punktów (wygenerowane w moim programie)

Do wykonania tej części zadania wystarczyło narysować wszystkie wygenerowane punkty.

1.3.2 GL_LINES



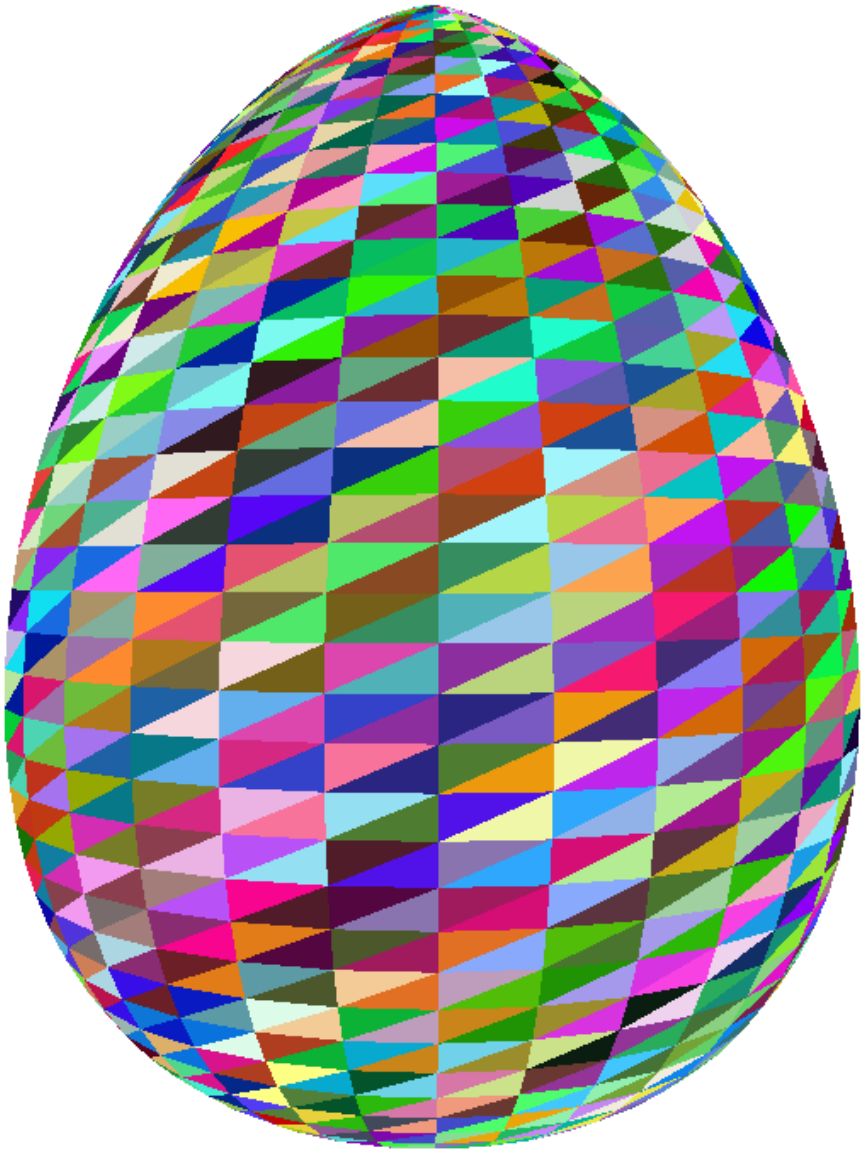
Rysunek 3. Jajko składające się z linii (wygenerowane w moim programie)

By osiągnąć taki efekt należało połączyć ze sobą dwie pary punktów:

1. Punkt (u,v) z (u+1,v) dla otrzymania linii poziomej
2. Punkt (u,v) z (u,v+1) dla otrzymania linii poionowej

Gdzie u to numer linii poziomej a v linii pionowej

1.3.3 GL_TRIANGLES



Rysunek 4. Jajko składające się z trójkątów (wygenerowane w moim programie)

W przeciwieństwie do pozostałych opcji renderowania dla jajka złożonego z trójkątów wystarczyło przejść przez 1/3 wierzchołków. Proces generowania polegał na narysowaniu dwóch trójkątów

1. Trójkąt (u,v),(u+1,v) i (u+1,v-1)
2. Trójkąt (u,v),(u+1,v) i (u,v+1)

2.Zadania laboratoryjne

2.1 Treść zadania

W ramach zadania należało napisać program który w przestrzeni 3d wyświetli :

1. Czajnik (Utah teapot)
2. Jajko (Za pomocą punktów)
3. Jajko (Za pomocą linii)
4. Jajko (Za pomocą trójkątów)

2.2 Opis działania programu

Zgodnie z treścią zadania program rysuje 4 obiekty. Domyślnie jajko i czajnik rysowane są w kolorze czarnym. Jednakże jest możliwość zmiany koloru na losowy. Wyświetlone obiekty można obracać za pomocą klawiatury (Przycisk musi być wciśnięty i przytrzymany).

Kontrola obrotu:

A D – obrót po osi Y

W S – obrót po osi X

Q E – obrót po osi Z

ESC – Powrót do menu (okno konsolowe)

2.3 Kod programu

```
#include <windows.h>
#include <iostream>
#include <GL/glu.h>
#include <vector>
#include <math.h>
#define FREEGLUT_STATIC
#include <GL/freeglut.h>
using namespace std;
HWND consoleWindow;
HWND glutWindow;

GLfloat deg = 0;
int sx =0,sy = 0,sz = 0;
bool spin = false;
bool drawTeapot = true;
bool color = false;
int eggMode = 0;
float totalRotationX = 0.0f;
float totalRotationY = 0.0f;
float totalRotationZ = 0.0f;
struct pointsRgb{
    //Pozycja
    float x = 0.0;
```

```
    float y = 0.0;
    float z = 0.0;
    //Kolor
    float r = 0.0;
    float g = 0.0;
    float b = 0.0;
}typedef pointsRgb;

class Egg{
    private:
    int density;
    vector<vector<pointsRgb>> pointsMatrix;
    float randFloat(){
        return (float)rand()/(float)(RAND_MAX);
    }
    public:
    Egg(int density ) : density(density){
        pointsMatrix.resize(density,vector<pointsRgb>(density*2));
    }
    vector<vector<pointsRgb>> getPointsMatrix(){
        return pointsMatrix;
    }
    void generateMatrix(float scale){

        for(int u=0;u<(density/2)-6;u++){
            float _u = u/((float)density-1);
            for(int v=0;v<density;v++){
                float _v = v/((float)density-1);
                _v *= 2.0f * M_PI;
                pointsMatrix[u][v].x = scale*((-90*pow(_u,5)) +
(255*pow(_u,4)) - (270*pow(_u,3)) + (180*pow(_u,2)) - (45*_u)) * cos(M_PI*_v);
                pointsMatrix[u][v].y = scale*((160*pow(_u,4)) -
(320*pow(_u,3)) + (160 * pow(_u,2)) - 5);
                pointsMatrix[u][v].z = scale*((-90*pow(_u,5)) +
(255*pow(_u,4)) - (270*pow(_u,3)) + (180*pow(_u,2)) - (45*_u)) * sin(M_PI*_v);

                if(color){
                    pointsMatrix[u][v].r = randFloat();
                    pointsMatrix[u][v].g = randFloat();
                    pointsMatrix[u][v].b = randFloat();
                }else{
                    pointsMatrix[u][v].r = 0.0f;
                    pointsMatrix[u][v].g = 0.0f;
                    pointsMatrix[u][v].b = 0.0f;
                }
            }
        }
    }
    void draw(int model){
```

```
        switch (model)
        {
        case 1:
            glBegin(GL_POINTS);
            for(int u=0;u<(density/2)-6;u++){
                for(int v=0;v<density;v++){
                    glColor3f(pointsMatrix[u][v].r,pointsMatrix[u][v].g,points
Matrix[u][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v].x,pointsMatrix[u][v].y,point
sMatrix[u][v].z);
                }
            }
            glEnd();
            break;
        case 2:
            glBegin(GL_LINES);
            for(int u=0;u<(density/2)-7;u++){
                for(int v=0;v<density-1;v++){
                    glColor3f(pointsMatrix[u][v].r,pointsMatrix[u][v].g,points
Matrix[u][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v].x,pointsMatrix[u][v].y,point
sMatrix[u][v].z);
                    glColor3f(pointsMatrix[u+1][v].r, pointsMatrix[u+1][v].g,
pointsMatrix[u+1][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u+1][v].x, pointsMatrix[u+1][v].y,
pointsMatrix[u+1][v].z);

                    glColor3f(pointsMatrix[u][v].r,pointsMatrix[u][v].g,points
Matrix[u][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v].x,pointsMatrix[u][v].y,point
sMatrix[u][v].z);
                    glColor3f(pointsMatrix[u][v+1].r, pointsMatrix[u][v+1].g,
pointsMatrix[u][v+1].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v+1].x, pointsMatrix[u][v+1].y,
pointsMatrix[u][v+1].z);
                }
            }
            glEnd();
            break;
        case 3:
            glBegin(GL_TRIANGLES);
            for(int u=0;u<(density/2)-7;u++){
                for(int v=1;v<density/3;v++){
                    glColor3f(pointsMatrix[u][v].r,pointsMatrix[u][v].g,points
Matrix[u][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v].x,pointsMatrix[u][v].y,point
sMatrix[u][v].z);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u+1][v].x, pointsMatrix[u+1][v].y,
pointsMatrix[u+1][v].z);
```

```
                    glVertex3f(pointsMatrix[u+1][v-1].x, pointsMatrix[u+1][v-
1].y, pointsMatrix[u+1][v-1].z);

                    glColor3f(pointsMatrix[u+1][v].r,pointsMatrix[u+1][v].g,po
intsMatrix[u+1][v].b);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v].x,pointsMatrix[u][v].y,point
sMatrix[u][v].z);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u+1][v].x, pointsMatrix[u+1][v].y,
pointsMatrix[u+1][v].z);
                    glVertex3f(pointsMatrix[u][v+1].x, pointsMatrix[u][v+1].y,
pointsMatrix[u][v+1].z);
                }
            }
            glEnd();
            break;
        }
    }
    ~Egg(){}
};
Egg egg(100);
void toggleFocusToConsole() {
    ShowWindow(glutWindow, SW_HIDE);
    ShowWindow(consoleWindow, SW_SHOWNORMAL);
    SetForegroundWindow(consoleWindow);
}

void toggleFocusToGLUT() {
    ShowWindow(consoleWindow, SW_HIDE);
    ShowWindow(glutWindow, SW_SHOWNORMAL);
    SetForegroundWindow(glutWindow);
}
void animate(){
    float rotationSpeed = 0.5f;
    totalRotationX += rotationSpeed * sx;
    totalRotationY += rotationSpeed * sy;
    totalRotationZ += rotationSpeed * sz;
    glutPostRedisplay();
}
void reset_rotation(){
    totalRotationX = 0.0f;
    totalRotationY = 0.0f;
    totalRotationZ = 0.0f;
}
string bool_to_string(bool convert){
    if(convert){
        return "true";
    }else{
        return "false";
    }
```

```
}
void menu(){
    toggleFocusToConsole();
    reset_rotation();
    cout<<"============================\n";
    cout<<"1. Narysuj czajnik\n";
    cout<<"2. Narysuj jajko (punkty)\n";
    cout<<"3. Narysuj jajko (linie)\n";
    cout<<"4. Narysuj jajko (trojkaty) \n";
    cout<<"5. Rysowanie w kolorze: "<<bool_to_string(color)<<"\n";
    cout<<"6. Zakoncz program\n";
    cout<<"> ";
    int x;
    cin>> x;
    switch (x)
    {
    case 1:
        drawTeapot = true;
        break;
    case 2:
        drawTeapot = false;
        eggMode = 1;
        break;
    case 3:
        drawTeapot = false;
        eggMode = 2;
        break;
    case 4:
        drawTeapot = false;
        eggMode = 3;
        break;
    case 5:
        color=!color;
        egg.generateMatrix(0.5f);
        menu();
        break;
    case 6:
        exit(0);
        break;
    default:
        cout<<"Podano nieporawny znak\n";
        menu();
        break;
    }
    toggleFocusToGLUT();
    glutPostRedisplay();
}
void keyDown(u_char key,int x,int y){
    switch (key)
```

```
    {
    case 'Q':
    case 'q':
        sz=1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    case 'E':
    case 'e':
        sz=-1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    case 'W':
    case 'w':
        sx=-1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    case 'S':
    case 's':
        sx=1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    case 'A':
    case 'a':
        sy=-1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    case 'D':
    case 'd':
        sy=1;
        glutIdleFunc(animate);
        break;
    default:
        break;
    }
}
void keyUp(u_char key,int x,int y){
    switch (key)
    {
    case 'E':
    case 'Q':
    case 'e':
    case 'q':
        sz=0;
        break;
    case 'W':
    case 'S':
    case 'w':
    case 's':
        sx=0;
```

```
        break;
    case 'A':
    case 'D':
    case 'd':
    case 'a':
        sy=0;
        break;
    case 27:
        menu();
        break;
    default:
        break;
    }
    if (sx == 0 && sy == 0 && sz == 0) {
        glutIdleFunc(nullptr);
    }
}
void display() {
    GLfloat lPos[] = {0,4,0,1};//x,y,z,czy światło jest odległe
    GLfloat col[] = {1,0,0,1};
    glLoadIdentity();
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    //glLightfv(GL_LIGHT0,GL_POSITION,lPos);
    gluLookAt(0,0,6,0,0,0,0,1,0);//Ustawienie kamery
    //Pierwsze trzy lokalizacja
    //Gdzie patrzy
    //Tilt kamery
    glRotatef(totalRotationX, 1.0f, 0.0f, 0.0f);
    glRotatef(totalRotationY, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
    glRotatef(totalRotationZ, 0.0f, 0.0f, 1.0f);
    if(drawTeapot){
        glutWireTeapot(1);
    }else{
        glPushMatrix();
            egg.draw(eggMode);
        glPopMatrix();
    }
    glutSwapBuffers();
}
void Init() {
    egg.generateMatrix(0.5f);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST); //bez tego frontalna sciana nadpisuje tylnią
    glClearColor(1.0f, 1.0f, 1.0f, 1.0f);
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    glFrustum(-1,1,-1,1,2,10);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
}
```

```
int main(int argc, char** argv){
    consoleWindow = GetConsoleWindow();
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
    glutInitWindowSize(800,800);
    glutCreateWindow("Lab 2 - Czajnik i Jajko");
    glutWindow = FindWindowW(NULL,L"Lab 2 - Czajnik i Jajko");
    Init();
    glutDisplayFunc(display);
    glutIdleFunc(nullptr);
    glutKeyboardFunc(keyDown);
    glutKeyboardUpFunc(keyUp);
    menu();

    glutMainLoop();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.Wnioski

Implementacja przebiegła pomyślnie. Program poprawnie generuje jajka i czajnik.

4.Źródła

[1] https://graphics.cs.utah.edu/teapot/

[2] slajd 6 https://gniewkowski.wroclaw.pl/gk/lab3.pdf