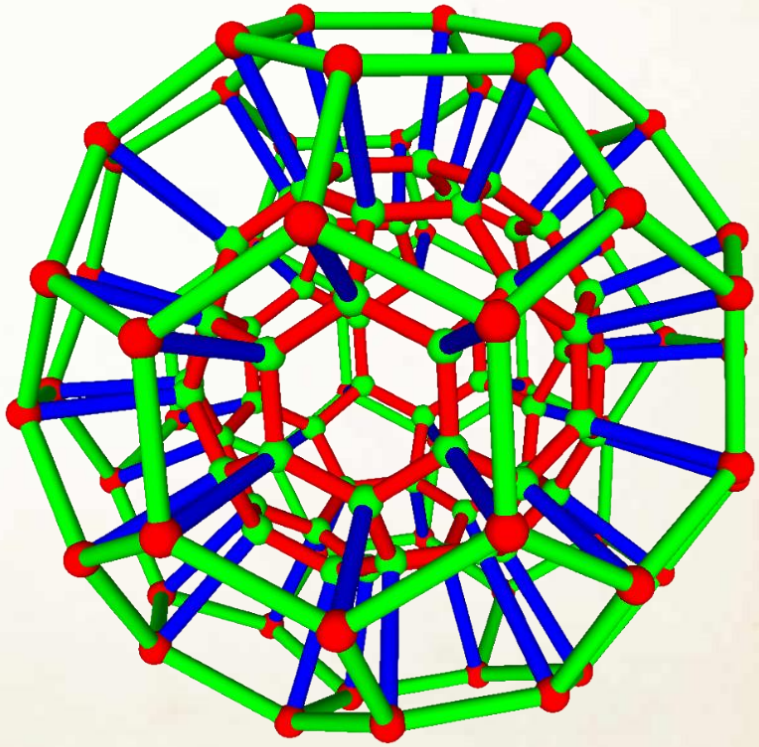
Algoritmai ir duomenų struktūros

13 paskaita



2026-05-12

Svarbi informacija

TOLESNI PLANAI:

- Gegužės 12 d. paskaitos skirtos plačiau susipažinti 3D modelio kūrimu, kompiuteriniu kreivių ir paviršių modeliavimu.
- Gegužės 19 d. teorijos ir pratybų paskaitos dedikuotos Jūsų pasirinktų temų pristatymams.
- Gegužės 26 d. paskaita skirta sukurtų 3D modelių pristatymams ir gražiausių 3D modelių išrinkimui. Likęs laikas skiriamas konsultacijai ir atsiskaitymams.
- Programavimo užduotis galima iki gegužės galo.
- **Egzaminas birželio 19 d. 12 val. (Nuotoliniu būdu).**
- Egzamino trukmė – 2 val.

13 paskaitos tikslas

- Plačiau susipažinti su kūrybine užduotimi ir naudinga medžiaga 3D modelio kūrimui:
  - reikalavimai ir vertinimas,
  - parametrinės kreivės ir paviršiai,
  - add.py modulio (v1.2) apžvalga,
  - 3D modelio įkėlimas ir viešinimas sketchfab.com svetainėje.

SVARBU! Šiai užduočiai atlikti turime 2 savaites.

3D modelio kūrimas

UŽDUOTIS:

- Sukurti 3D modelį naudojant tik pirminį programos tekstą.
- Modelio failo formatas – „OFF“ arba „OBJ“.

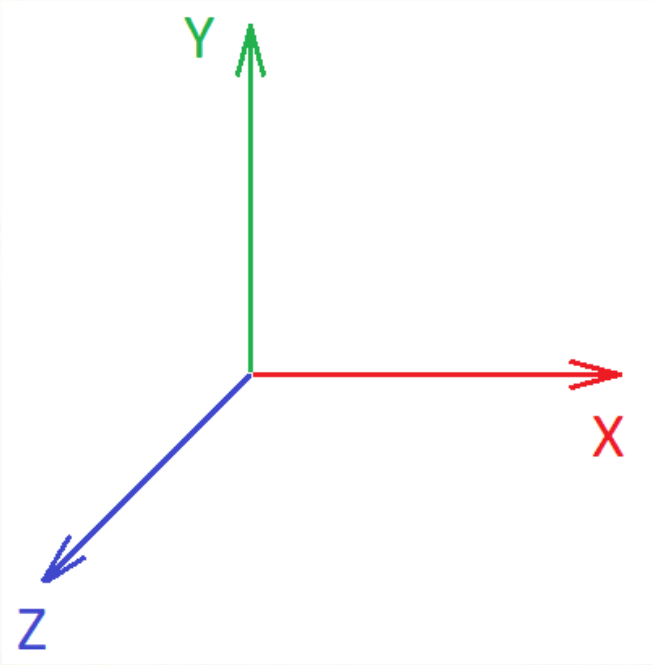
REIKALAVIMAI:

- 3D modelis turi būti sudarytas bent iš **10000** daugiakampių.
- 3D modelis turi turėti bent **3** skirtingas spalvas.
- Sukurtame algoritme privalo būti panaudotas **For** arba **While** ciklas.
- Sukurtame algoritme privalo būti bent **1** parametras, nuo kurio priklausytų 3D modelio forma.
- Negalima naudoti 3D modeliavimui skirtų programų.
- Modelį galima kurti indivualiai arba komandoje dviese.

Vertinimo strategija

- Jei sukurtas 3D modelis tenkins reikalavimus, už jį bus skirta **po 1 balą kiekvienam** šio modelio **autoriui** (atsiskaitymas pratybų metu). Taip pat bus suteikta galimybė dalyvauti gražiausio 3D modelio konkurse.
- Sukurtų 3D modelių pristatymas, gražiausio modelio rinkimas – gegužės 26 d. (per teorijos paskaitą).
- Jūsų pačių išrinkti 5 geriausi modeliai atskirai bus įvertinti **0,25** premija. Jei keli autoriai, premija dalinama lygiomis dalimis.

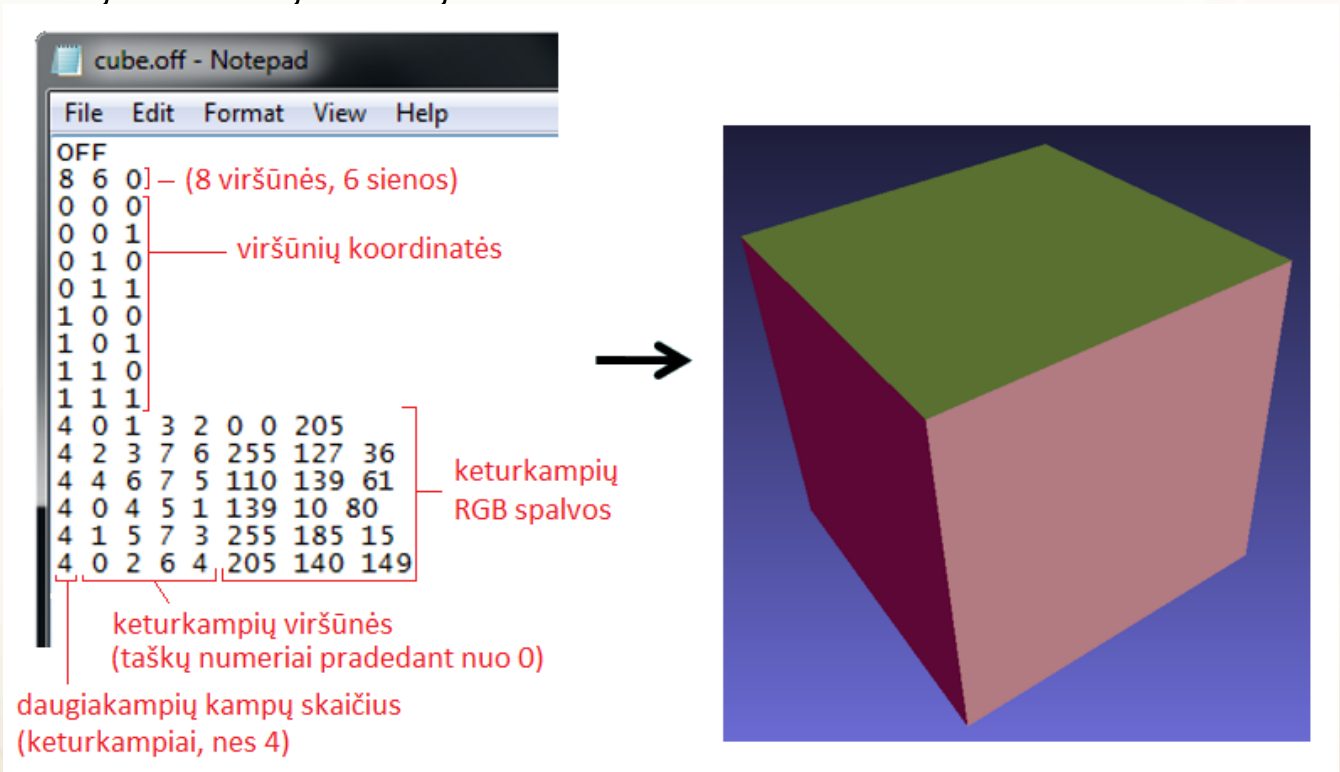
Naudosime šį Dekarto koordinačių ašių išdėstymą



Pagal susitarimą X ašis visada žymima raudona spalva,
Y ašis – žalia ir Z ašis – mėlyna spalva.

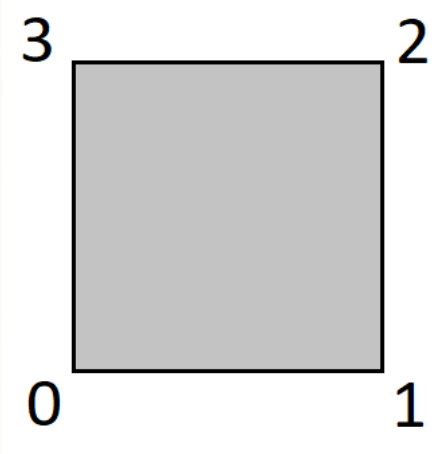
Skaitmeninių modelių formatai

*.ply, *.stl, *.obj, *.qobj, ***.off**, *.ptx, *.vmi, *.bre, *.dae, *.ctm, *.pts, *.apts, ***.xyz**, *.pcl, *.gts, *.pdb, *.tri, *.asc, *.x3d, *.x3dv, *.wrl, *.bw.



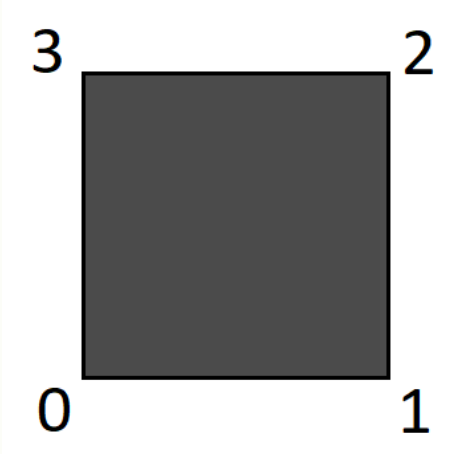
Vidinė ir išorinė siena

Išorinė keturkampio siena



4 0 1 2 3

Vidinė keturkampio siena



4 3 2 1 0

Žvelgiant į 3D modelį iš išorės, viršūnių indeksus reikia išdėstyti prieš laikrodžio rodyklę.
Žvelgiant į 3D modelį iš vidaus, viršūnių indeksus reikia išdėstyti pagal laikrodžio rodyklę.

Parametrinės kreivės sąvoka

- 2D parametrinės kreivės užrašymas:

  $x = x(t),$

  $y = y(t).$

- 3D parametrinės kreivės užrašymas:

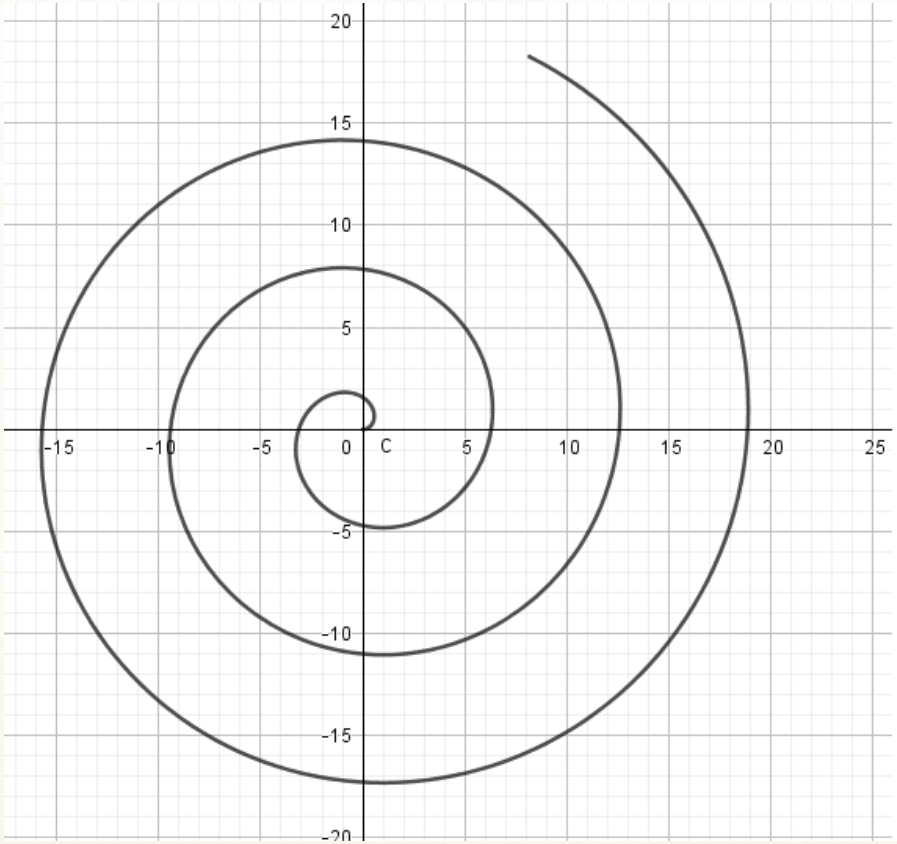
  $x = x(t),$

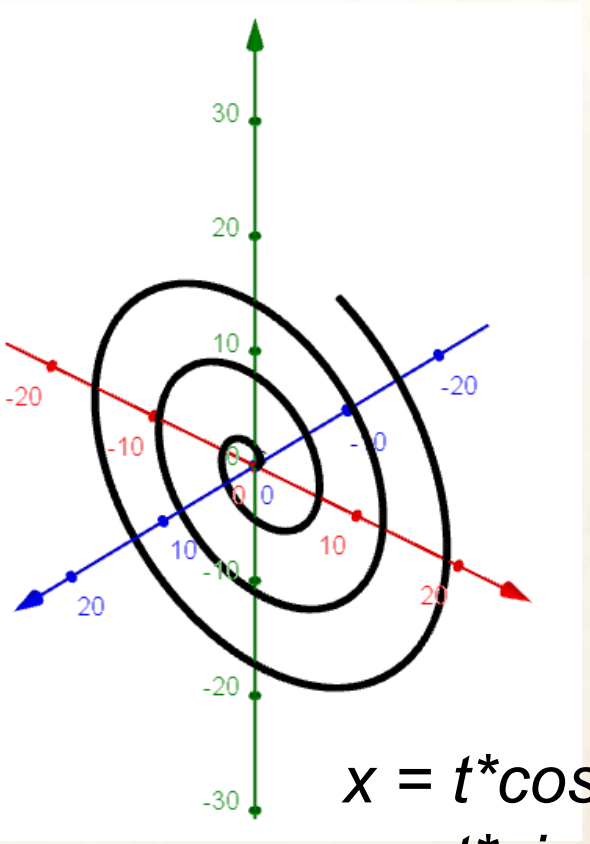
  $y = y(t),$

  $z = z(t).$

t – parametras, priklausantis intervalui $[t_{min}, t_{max}]$.

Parametrinių kreivių pavyzdžiai



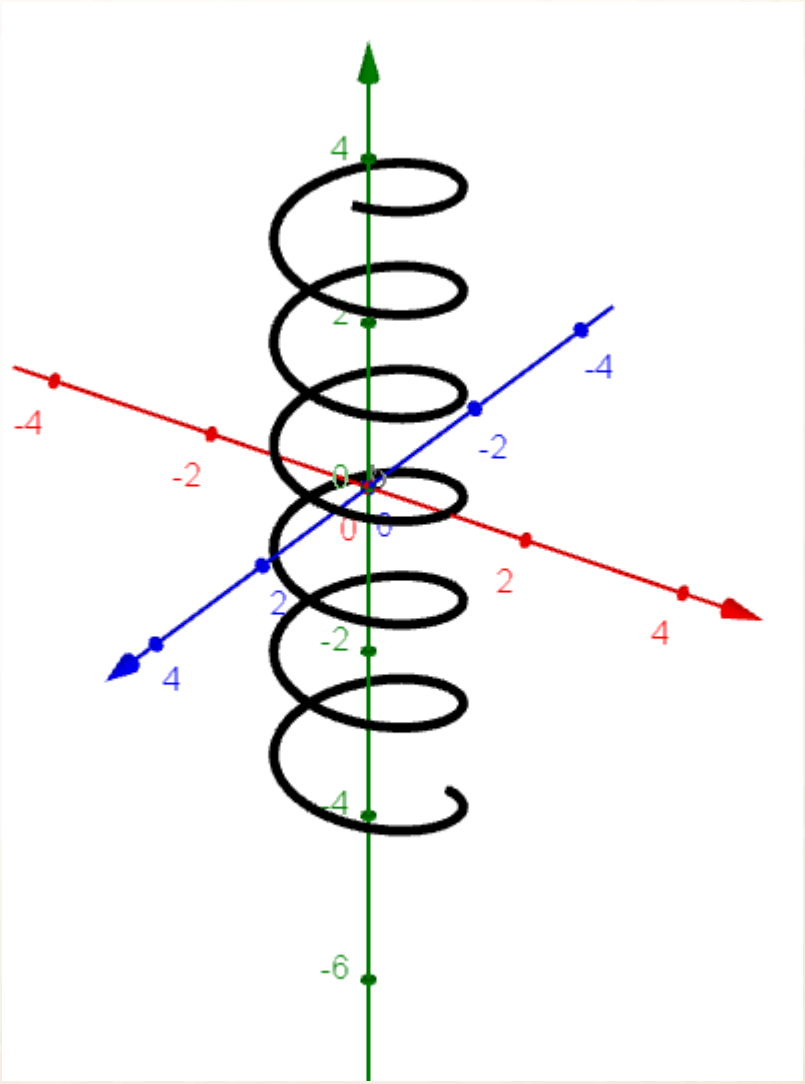


Geogebra:
Curve(t cos(t), t sin(t), t, 0, 20)

$x = t*\cos(t),$
$y = t*\sin(t),$
$z = 0,$
$t \in [0, 20].$

Parametrinių kreivių pavyzdžiai

$x = cos(t),$
$y = t / 5,$
$z = sin(t),$
$t \in [-20, 20].$



Geogebra:
Curve(cos(t), t / 5, sin(t), t, -20, 20)

Parametriniai paviršiai

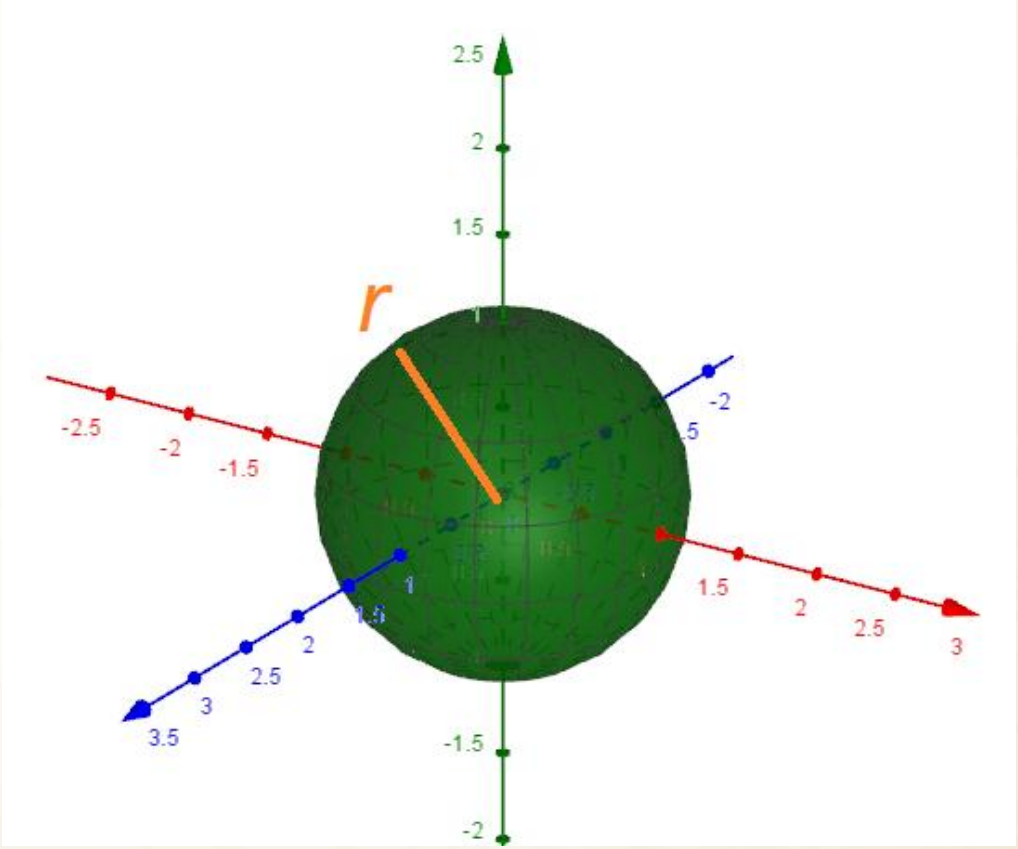
- Parametrinio paviršiaus užrašymas:

$$x = x(u,v),$$
$$y = y(u,v),$$
$$z = z(u,v).$$

u – parametras, priklausantis intervalui $[u_{min}, u_{max}]$,
v – parametras, priklausantis intervalui $[v_{min}, v_{max}]$.

Sfera

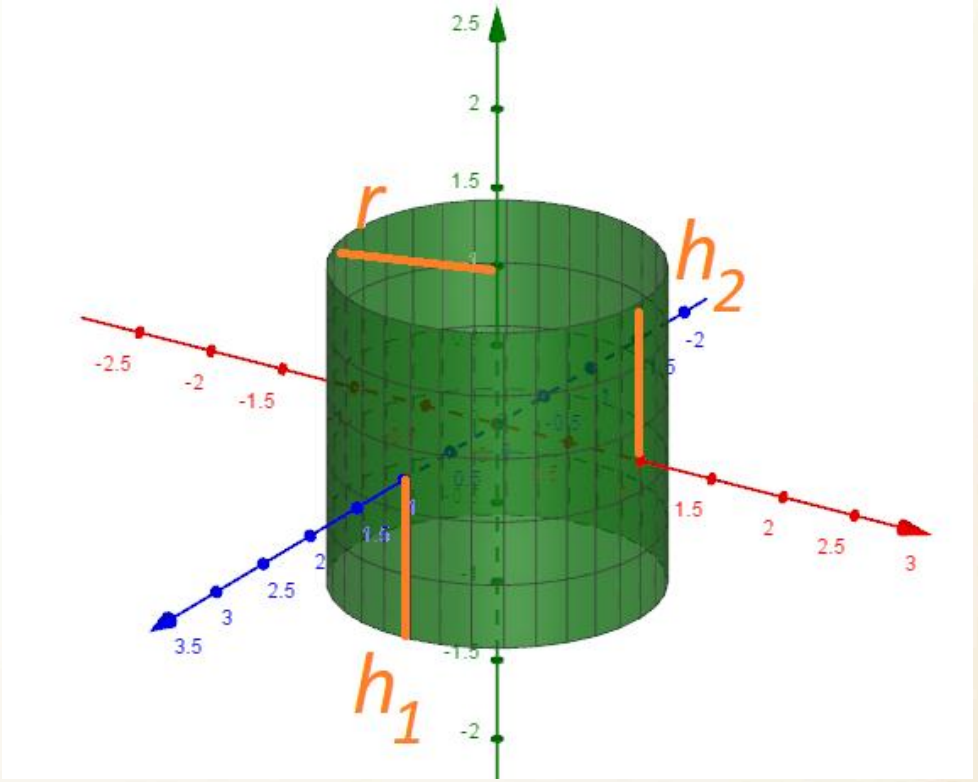
Parametrinis sferos paviršius:
*x=r*cos(u)*sin(v),*
*y=r*cos(v),*
*z=r*sin(u)*sin(v),*
u∈[0, 2π), v∈[0, π).



Geogebra (r=1):
Surface(cos(u) sin(v), cos(v), sin(u) sin(v), u, 0, 2π, v, 0, π)

Cilindras

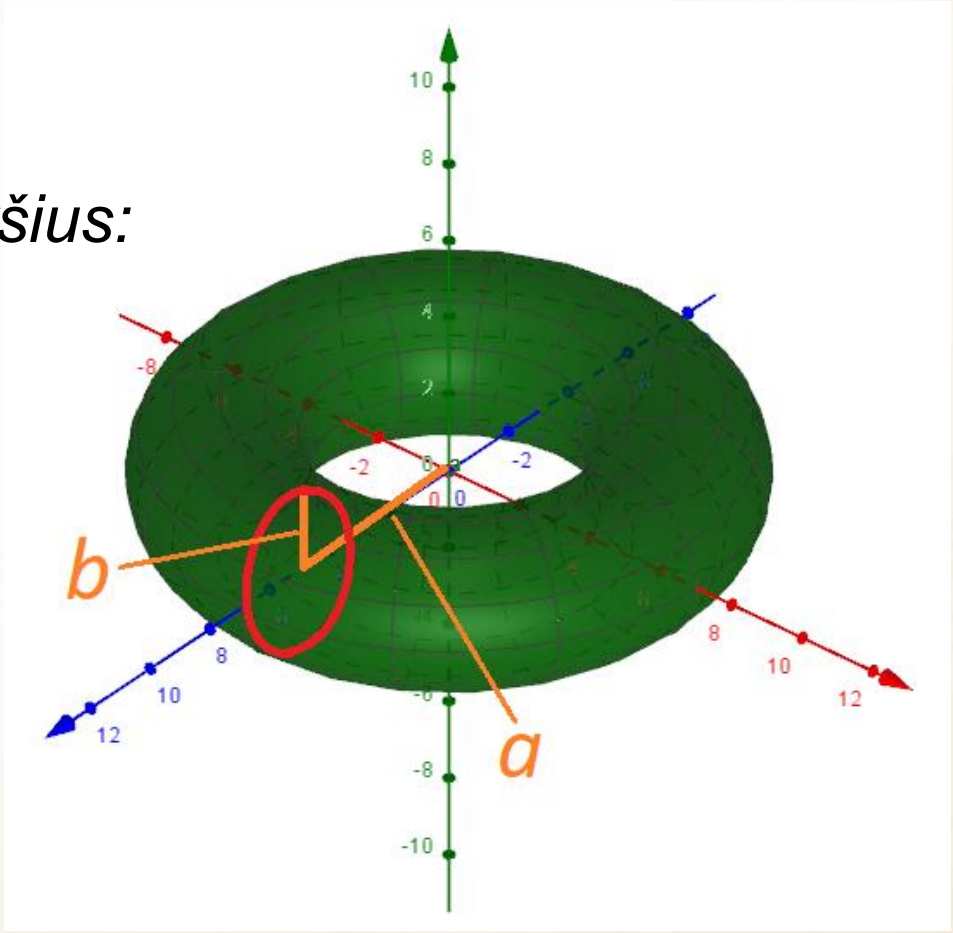
Parametrinis cilindro paviršius:
$x=r*\cos(u)$,
$y=v$,
$z=r*\sin(u)$,
$u \in [0,2\pi), v \in [h_1,h_2]$.



Geogebra ($r=1$, $h_1=-1$, $h_2=1$):
Surface(cos(u), v, sin(u), u, 0, 2π, v, -1, 1)

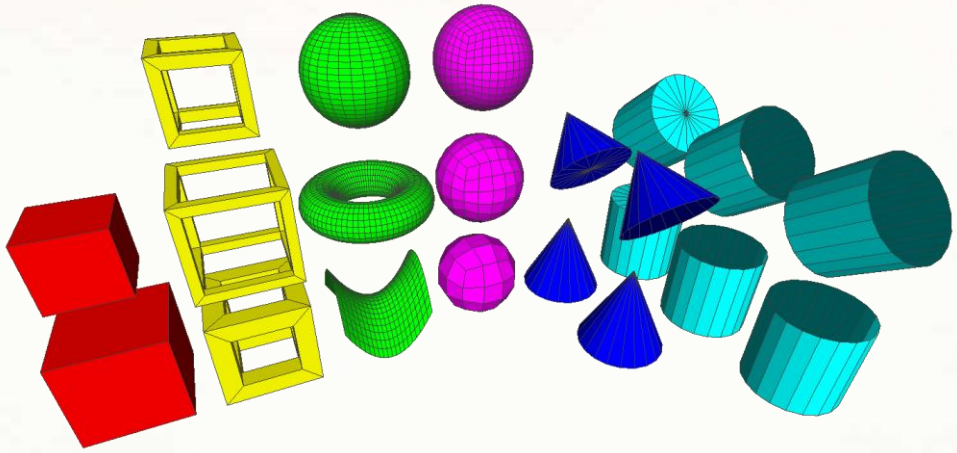
Toras

Parametrinis toro paviršius:
*x=(a+b*cos(u))*cos(v),*
*y=b*sin(u),*
*z=(a+b*cos(u))*sin(v),*
u∈[0, 2π), v∈[0, 2π).

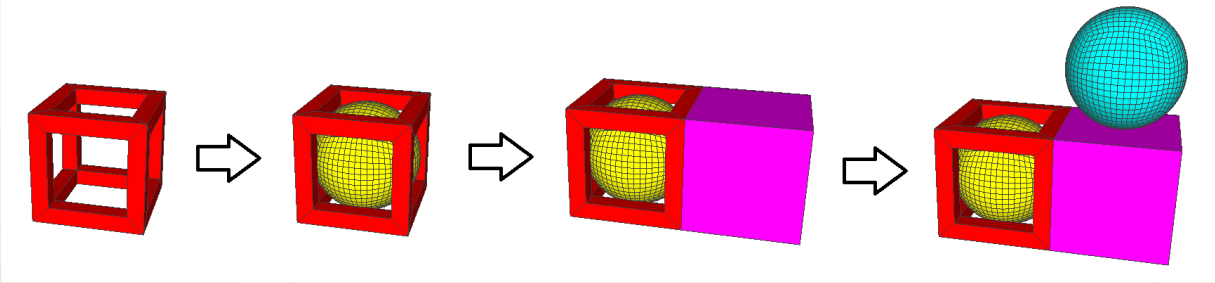


Geogebra (a=5, b=2):
Surface((5 + 2cos(u)) cos(v),
2sin(u), (5 + 2cos(u)) sin(v),
u, 0, 2π, v, 0, 2π)

python modulis ***add.py***



- Modulis pritaikytas kurti 3D skaitmeninius modelius **OFF** formatu.
- Būtina Python 3 versija!
- Modelio kūrimas vyksta konstravimo principu:



add.py *galite rasti*

1) https://web.vu.lt/mii/m.sabaliauskas/
2) MS Teams ADS grupėje

PASKAITŲ SKAIDRĖS:

1 paskaitos skaidrės (2025-02-04)

2 paskaitos skaidrės (2025-02-11)

3 paskaitos skaidrės (2025-02-18)

4 paskaitos skaidrės (2025-02-25)

5 paskaitos skaidrės (2025-03-04)

6 paskaitos skaidrės (2025-03-18)

7 paskaitos skaidrės (2025-03-25)

8 paskaitos skaidrės (2025-04-01)

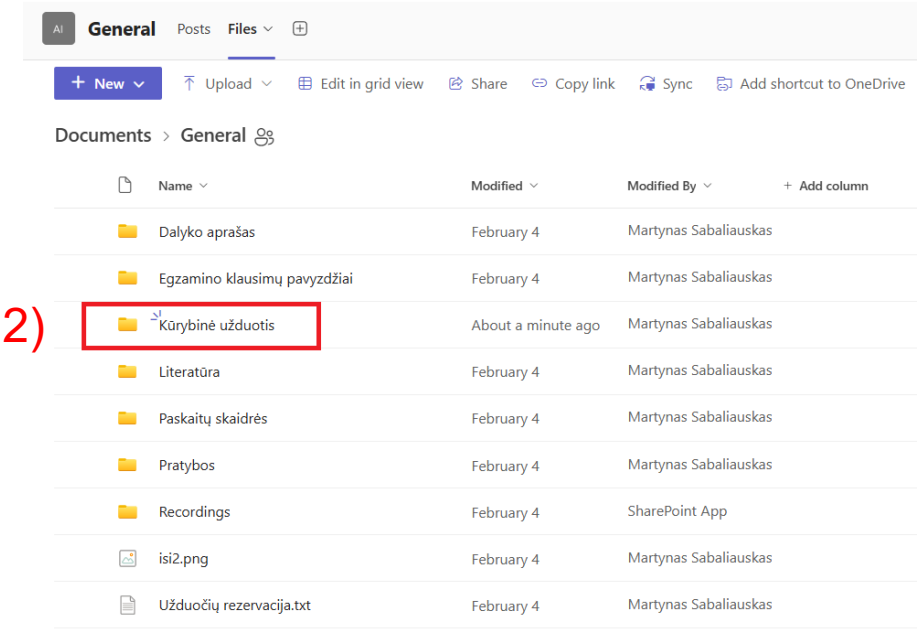
9 paskaitos skaidrės (2025-04-08)

10 paskaitos skaidrės (2025-04-15)

11 paskaitos skaidrės (2025-04-29)

12 paskaitos skaidrės (2025-05-06) (+priedas)

1) 13 paskaitos skaidrės (2024-04-30) (failai: add.py 1.2b versija, letters.zip, numbers.zip, examples.7z)

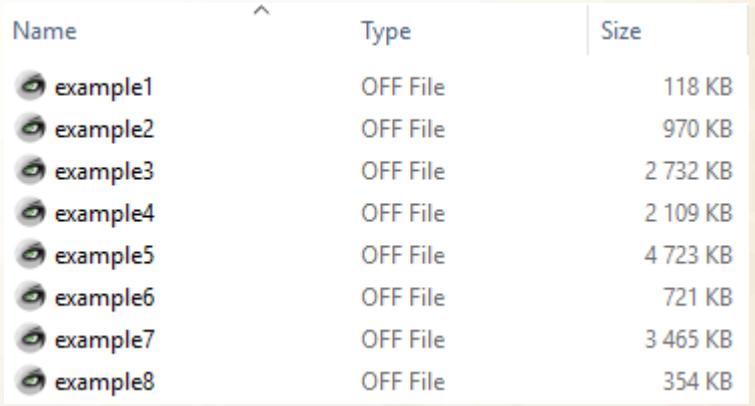


2)

add.py testavimas

examples.py failas kartu su add.py
tame pačiame kataloge:

```
1  import add
2  add.example1()
3  add.example2()
4  add.example3()
5  add.example4()
6  add.example5()
7  add.example6()
8  add.example7()
9  add.example8()
```



Kiti reikalingi įrankiai

MeshLab

Pagrindinė idėja

Į sąrašą *vertices* įrašomos viršūnių koordinatės *string* pavidalu, į sąrašą *faces* įrašoma informacija apie kiekvieną 3D modelio sieną irgi *string* pavidalu. Šios informacijos užtenka norint sugeneruoti 3D modelį OFF formatu.

```
vertices = []
faces = []

<...>

def off(mesh):
  global vertices, faces
  file = open(mesh, 'w')
  file.write('%s\n%d %d %d\n' % ('OFF',len(vertices),len(faces),0))
  for i in range (len(vertices)):
    file.write('%s\n' % vertices[i])
  for j in range (len(faces)):
    file.write('%s\n' % faces[j])
  file.close()
```

*Modulio **add.py** funkcijos*

- **def cube(c,e,RGB):** # c = center, e = edge width
- **def cube2(c,e,b,RGB):** # c = center, b = border width, e = edge width
- **def parametric(S,min_u,max_u,grid_u,min_v,max_v,grid_v,RGB):** # S - parametric uv surface, grid - detail, RGB - color
- **def sphere(c,r,k,RGB):** # c - center, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def cylinder(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def cylinder2(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def cylinder3(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def cone(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def cone2(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color
- **def off(mesh):** # mesh – off file

*Modulio **add.py** 1.1 versija*

- **def newface(A,RGB):** # A = set of 3D points
- **def pyramid(c,e,h,RGB):** # c - center, e - edge width, h - high
- **def rectangle3D(c,e,RGB):** # c - center, e - width of edges
- **def circle(A,B,r,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail
- **def spin3D(A,B,S,min_t,max_t,grid_t,k,RGB):** # A - start point, B - end point, r - radius, k - detail, RGB - color, S – parametric function

*Modulio **add.py** 1.2 versija*

- **def axes(C):** # adds 3D axes to default layer, C - center
- **def layer():** # returns 3D mesh from default layer and deletes default layer
- **def mesh(M):** # adds 3D mesh to default layer, M – selected layer
- **def center(M):** # returns 3D center from selected layer M
- **def rotateX(M,angle,P):** # rotates selected layer M around X-axis,
  angle – rotation angle, P – point of rotation center
- **def rotateY(M,angle,P):** # rotates selected layer M around Y-axis
- **def rotateZ(M,angle,P):** # rotates selected layer M around Z-axis
- **def move(M,V):** # moves selected layer M according to vector V
- **def zoom(M,s):** # zooms selected layer M by scale s
- **def merge(M**): # merges selected layers M=[M[0],M[1], …]
- **def load(mesh):** # loads mesh from off file
- **def color(M,RGB):** # sets RGB color to layer M

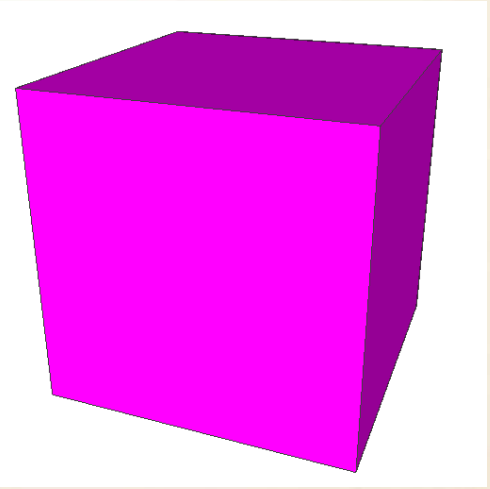
def cube(c, e, RGB)

```
def cube(c,e,RGB): # c - center, e - edge width, RGB - color
  global vertices, faces
  F = [[0,4,5,1],[0,1,3,2],[0,2,6,4],[1,5,7,3],[2,3,7,6],[4,6,7,5]]
  V = [[0,0,0],[0,0,e],[0,e,0],[0,e,e],[e,0,0],[e,0,e],[e,e,0],[e,e,e]]
  for i in range (0,6):
    faces += ['4 '+str(F[i][0]+len(vertices))+' '+str(F[i][1]+len(vertices))+
    ' '+str(F[i][2]+len(vertices))+' '+str(F[i][3]+len(vertices))+
    ' '+str(RGB[0])+' '+str(RGB[1])+' '+str(RGB[2])]
  for j in range (0,8):
    vertices += [str(c[0]+V[j][0]-e/2)+' '+str(c[1]+V[j][1]-e/2)+
    ' '+str(c[2]+V[j][2]-e/2)]
```

c – centro 3D koordinatės, e – briaunos ilgis,
RGB – kubo spalva.

cube.py generuoja cube.off failą:

```
1  import add
2  add.cube([1,0,0],1,[255,0,255])
3  add.off('cube.off')
```



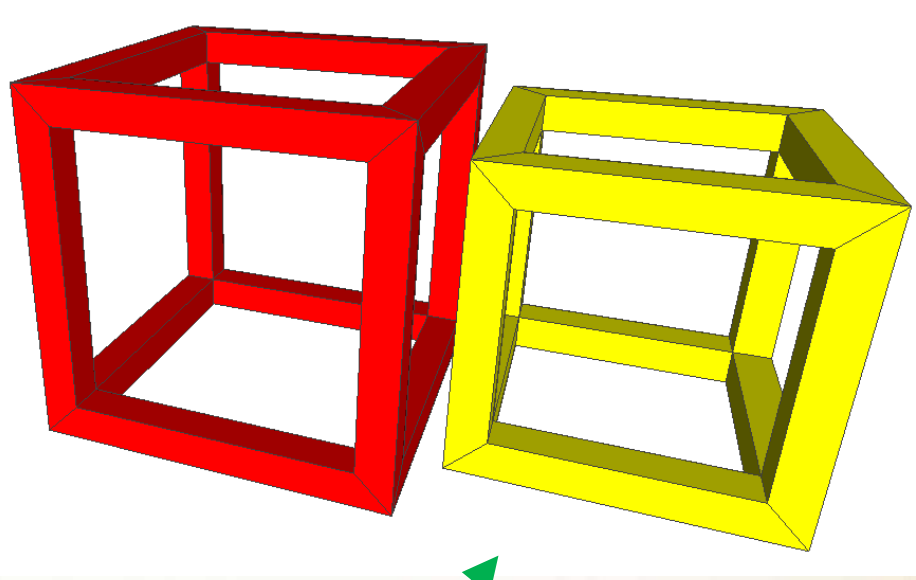
def cube2(c, e, b, RGB)

c – centro 3D koordinatės,

e – briaunos ilgis,

b – briaunos storis,

RGB – kubo spalva.

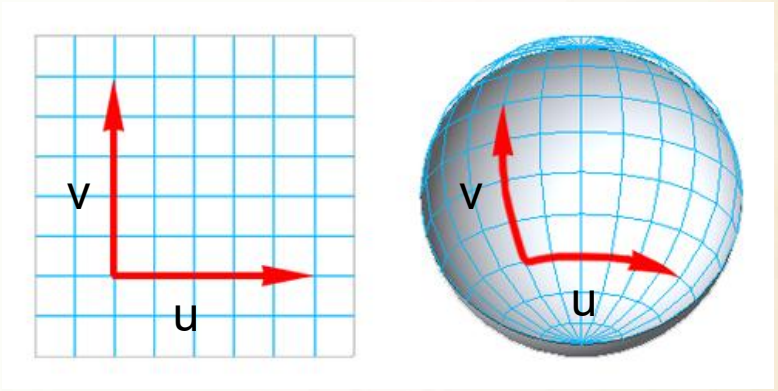


cube2.py generuoja cube2.off failą:

```
1  import add
2  add.cube2([1,0,0],1,0.1,[255,0,0])
3  add.cube2([2,0,0],0.8,0.1,[255,255,0])
4  add.off('cube2.off')
```

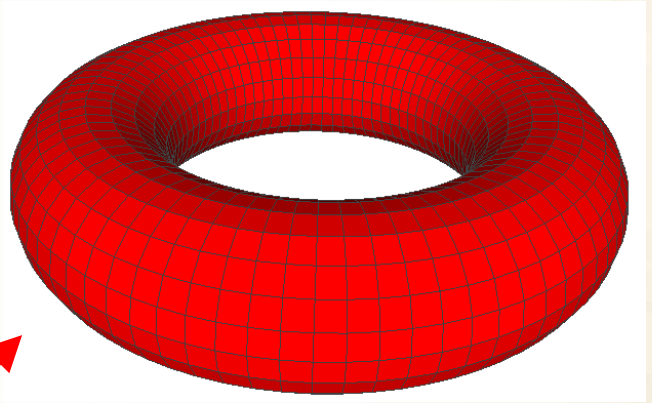
def parametric(S, min_u, max_u, grid_u, min_v, max_v, grid_v, RGB)

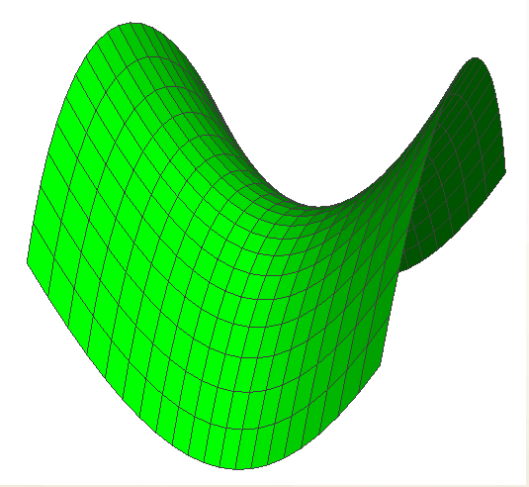
S – parametrinio uv paviršiaus f-ja,
min_u – parametro u mažiausia reikšmė,
max_u – parametro u didžiausia reikšmė,
grid_u – paviršiaus detalumas u atžvilgiu,
min_v – parametro v mažiausia reikšmė,
max_v – parametro v didžiausia reikšmė,
grid_v – paviršiaus detalumas v atžvilgiu,
RGB – paviršiaus spalva.



Parametrinių paviršių pavyzdžiai

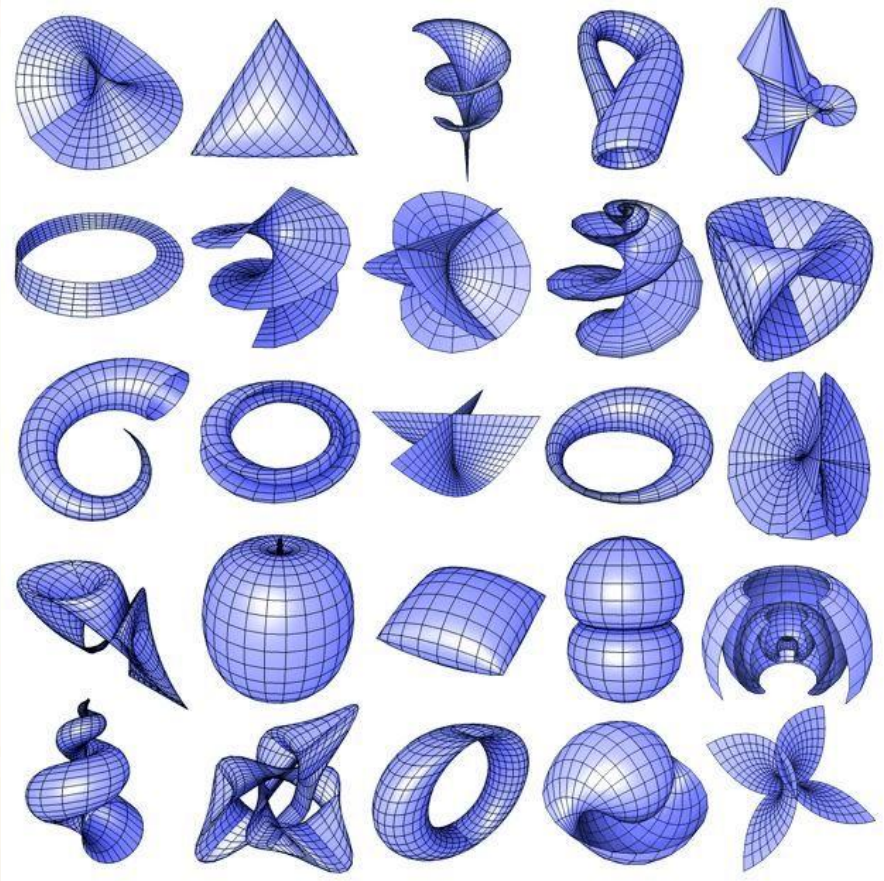
```python
import add
def saddle(u,v):
    x = u
    y = v*v - u*u
    z = -v
    return ([x, y, z])
add.parametric(saddle,-1,1,20,-1,1,20,[0,255,0])
add.off('saddle.off')
```





```python
import add
import math
a = 3
b = 1
def torus(u,v):
    x = (a+b*math.cos(u))*math.cos(v)
    y = b*math.sin(u)
    z = (a+b*math.cos(u))*math.sin(v)
    return ([x, y, z])
add.parametric(torus,0,2*math.pi,20,0,2*math.pi,80,[255,0,0])
add.off('torus.off')
```

Daugiau parametrinių paviršių



https://www.drhuang.com/science/mathematics/software/help/examples/parametric/Seite0.html

def sphere(c, r, k, RGB)

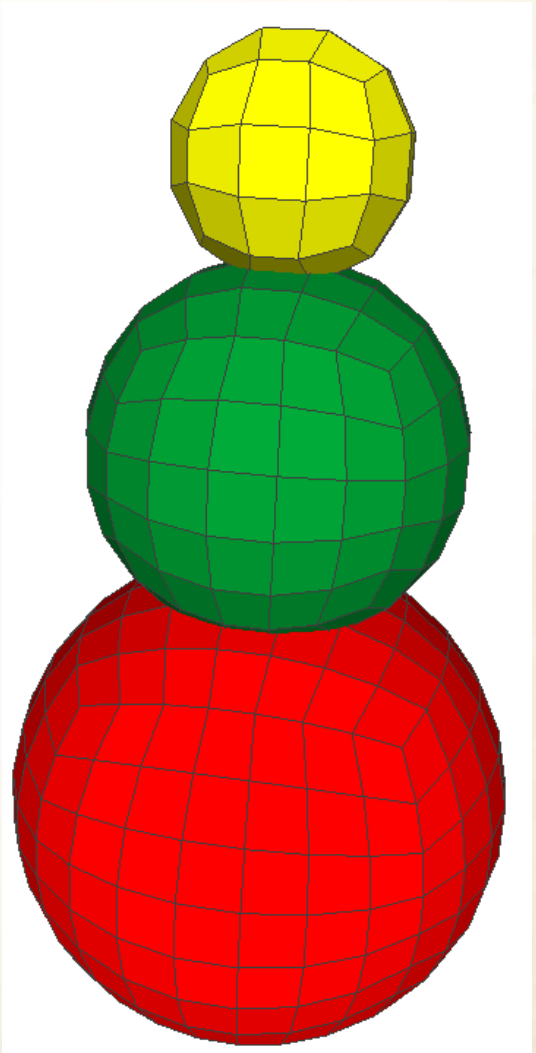
c – centro 3D koordinatės,

r – spindulio ilgis,

k – sferos detalumas,

RGB – sferos spalva.

```
1  import add
2  add.sphere([0,0.72,0],0.3,3,[255,255,0])
3  add.sphere([0,0,0],0.5,5,[0,153,51])
4  add.sphere([0,-1,0],0.7,7,[255,0,0])
5  add.off('LTsenis.off')
```



def cylinder(A, B, r, k, RGB) – uždaras cilindras
def cylinder2(A, B, r, k, RGB) – atviras cilindras
def cylinder3(A, B, r, k, RGB) – pusiau atviras cilindras

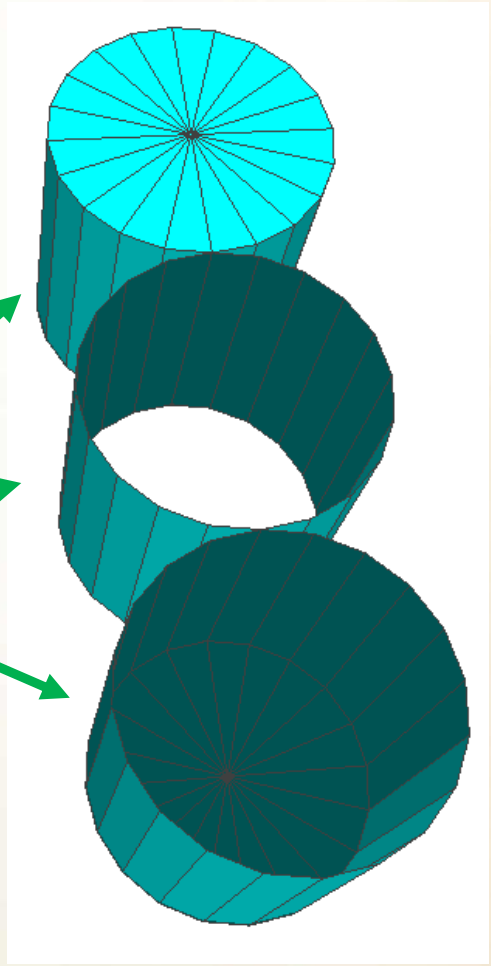
A – cilindro centro pradžios taškas,

B – cilindro centro pabaigos taškas,

r – cilindro spindulio ilgis,

k – cilindro detalumas,

RGB – cilindro spalva.




```
1  import add
2  add.cylinder([0,-0.5,0],[0,0.5,0],0.5,20,[0,255,255])
3  add.cylinder2([0,-0.5,1],[0,0.5,1],0.5,20,[0,255,255])
4  add.cylinder3([0,-0.5,2],[0,0.5,2],0.5,20,[0,255,255])
5  add.off('cylinders.off')
```

def cone(A, B, r, k, RGB) – uždaras kūgis
def cone2(A, B, r, k, RGB) – kūgio šoninis paviršius

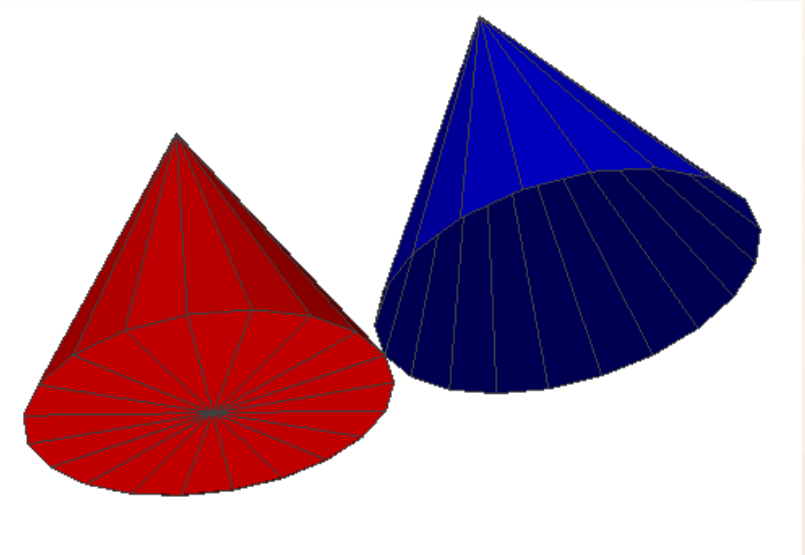
A – kūgio pagrindo centras,

B – kūgio viršūnė,

r – kūgio pagrindo spindulio ilgis,

k – kūgio detalumas,

RGB – kūgio spalva.

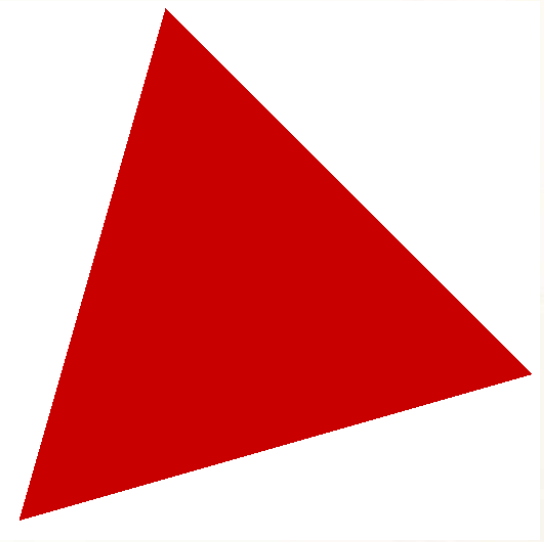


```
1  import add
2  add.cone([0,-0.5,0],[0,0.5,0],0.5,20,[255,0,0])
3  add.cone2([0,-0.5,1],[0,0.5,1],0.5,20,[0,0,255])
4  add.off('cones.off')
```

def newface(A,RGB)

A – 3D taškų seka,

RGB – sienos spalva.



```
1  import add
2  add.newface([[1,0,0],[0,1,0],[0,0,1]],[255,0,0])
3  add.off('trikampis.off')
```

Pastaba: gali būti nebūtinai trikampis.

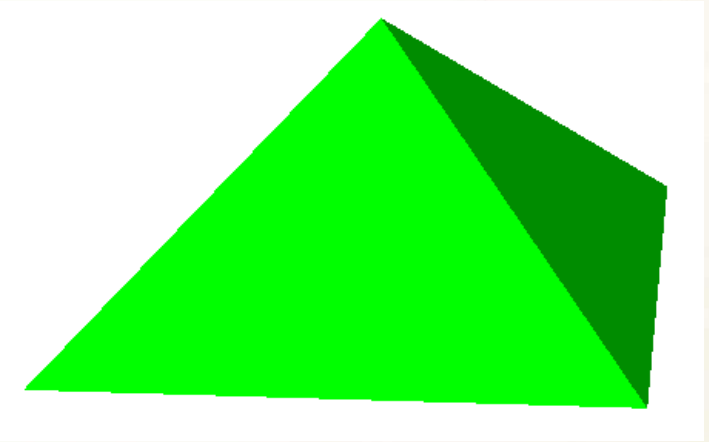
def pyramid(c,e,h,RGB)

c – kvadrato centro 3D koordinatės,

e – pagrindo (kvadrato) briaunos ilgis,

h – piramidės aukštis,

RGB – piramidės spalva.



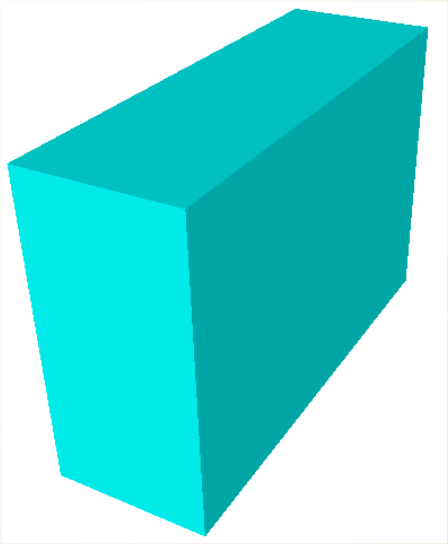
```
1 import add
2 add.pyramid([0,0,0],1,0.5,[0,255,0])
3 add.off('pyramid.off')
```

def rectangle3D(c,e,RGB)

c – centro 3D koordinatės,

e – stačiakampio gretasienio briaunų ilgių seka (atitinkamai X, Y ir Z ašių atžvilgiu),

RGB – stačiakampio gretasienio spalva.



```
1  import add
2  add.rectangle3D([0,0,0],[1,2,3],[0,255,255])
3  add.off('plyta.off')
```

def circle(A,B,r,k,RGB)

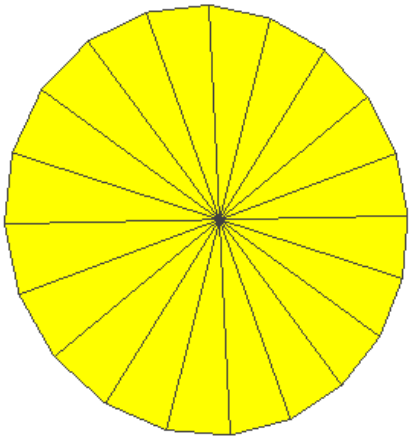
A – vektoriaus AB pradžios taškas,

B – vektoriaus AB pabaigos taškas,

r – apskritimo spindulys,

k – detalumo parametras,

RGB – apskritimo spalva.

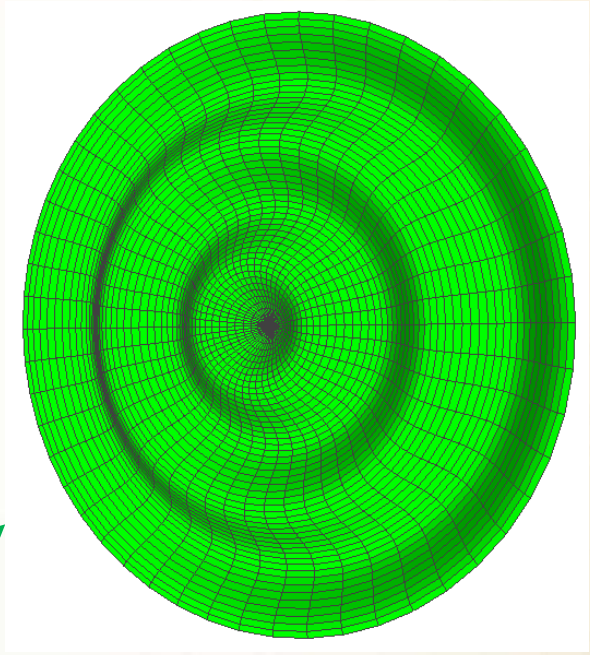


```
1  import add
2  add.circle([0,0,0],[1,1,1],1,20,[255,255,0])
3  add.off('apskritimas.off')
```

Pastaba: vektorius AB statmenas apskritimui, kur A – apskritimo centras.

def spin3D(A,B,S,min_t,max_t,grid_t,k,RGB)

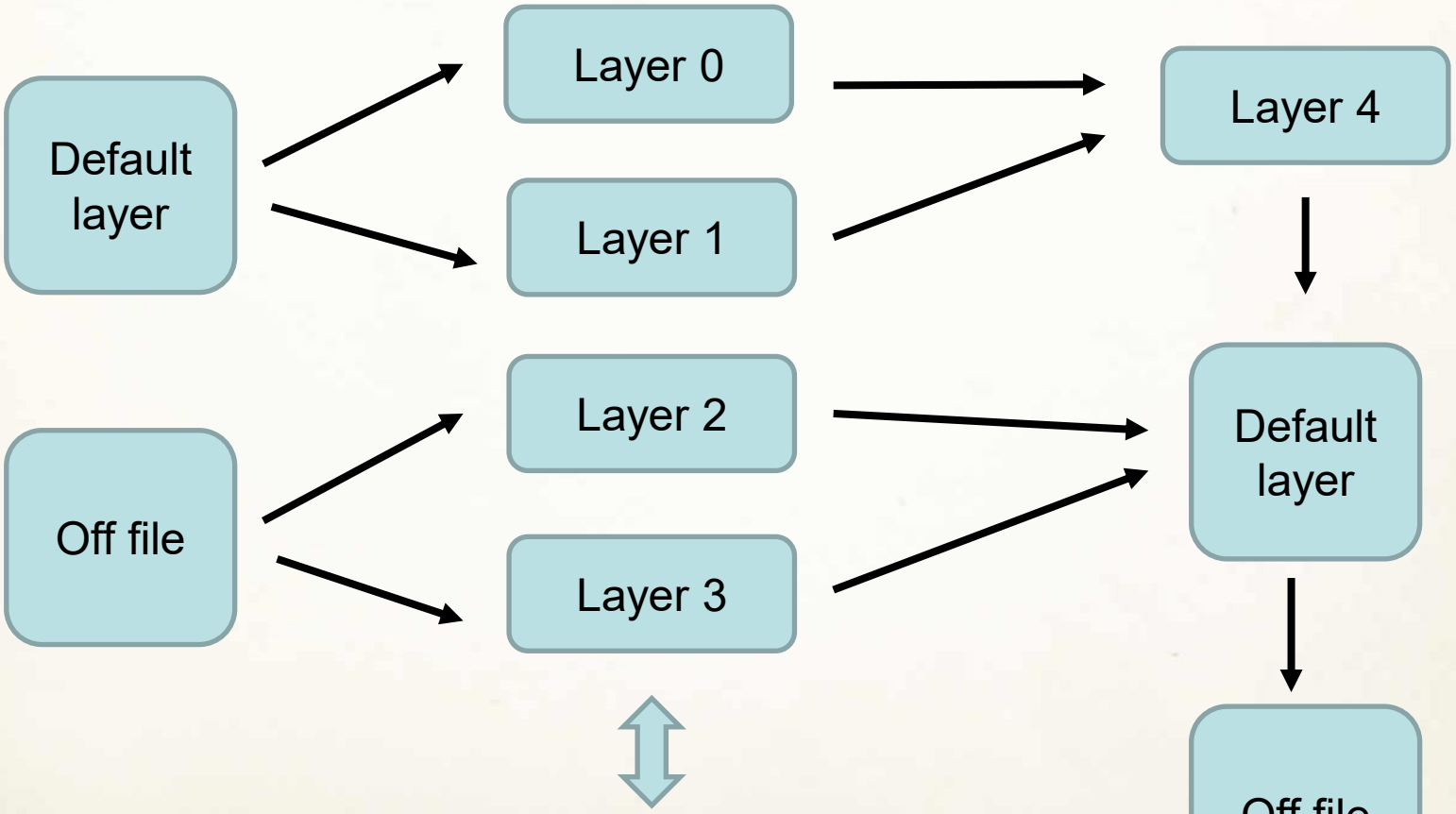
A – vektoriaus AB pradžios taškas,
B – vektoriaus AB pabaigos taškas,
S – parametrinė kreivė,
min_t, max_t – parametrinės kreivės t parametro intervalas,
grid_t – t parametro detalumas,
k – sukinio detalumas,
RGB – sukinio spalva.



```
1 import add
2 import math
3 def curve(t):
4   x = t
5   y = math.cos(t)
6   return ([x, y])
7 add.spin3D([0,0,0],[-1,1,3],curve,0,10*math.pi/2,50,50,[0,255,0])
8 add.off('sukinys.off')
```

Pastaba: kreivė sukama apie vektorių AB, kur A – naujos koordinačių pradžios taškas.

add.py 1.2 versija

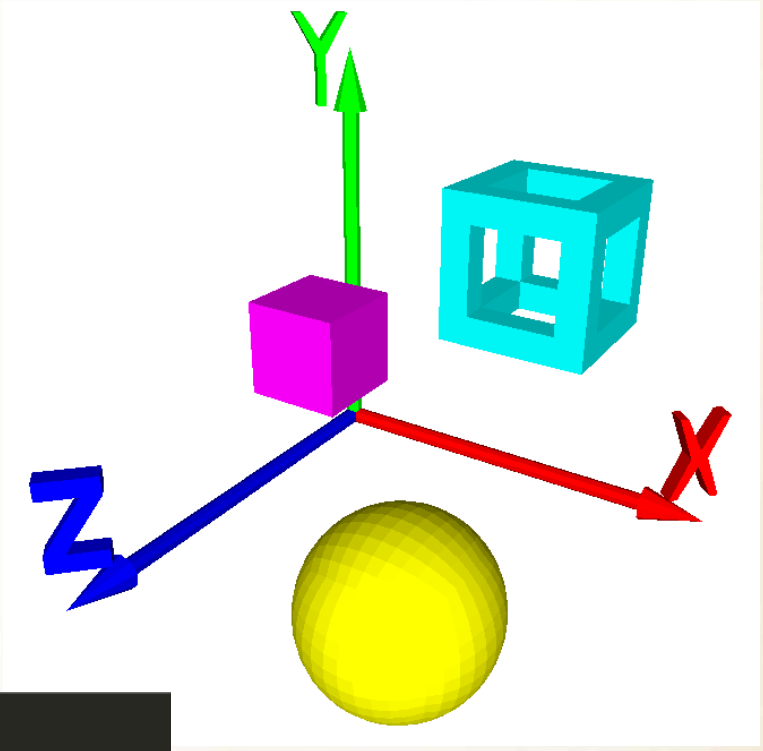


Sluoksniuose galimi 3D modelio sukimai, apjungimai, perstūmimai, mastelio keitimas, spalvų keitimas ir t. t.

def axes(C):

C – koordinačių centras,

axes(C) prideda pagalbines 3D koordinates.




```
import add
add.axes([0,0,0])
add.cube([1,2,2],1,[255,0,255])
add.cube2([3,3,1],1.5,0.3,[0,255,255])
add.sphere([2,-1,2],1.2,10,[255,255,0])
add.off("output4.off")
```

1.2 modulio off.py funkcijos, grąžinančios rezultatą sluoksniuose (1)

def layer(): # grąžinamas pagrindinio sluoksnio 3D modelis ir ištrinamas iš pagrindinio sluoksnio.

def center(M): # grąžinamos pasirinkto 3D modelio M centro koordinatės.

def move(M,V): # grąžinamas pastumtas 3D modelis M vektoriumi V.

def zoom(M,s): # grąžinamas pakeisto dydžio 3D modelis M masteliu s.

def merge([M[0],M[1], …]): # sujungiami keli 3D modeliai į vieną.

def load(mesh): # grąžinamas 3D modelis iš OFF failo.

def color(M,RGB): # 3D modelis M perdažomas spalva RGB=[R,G,B].

Išimtis:

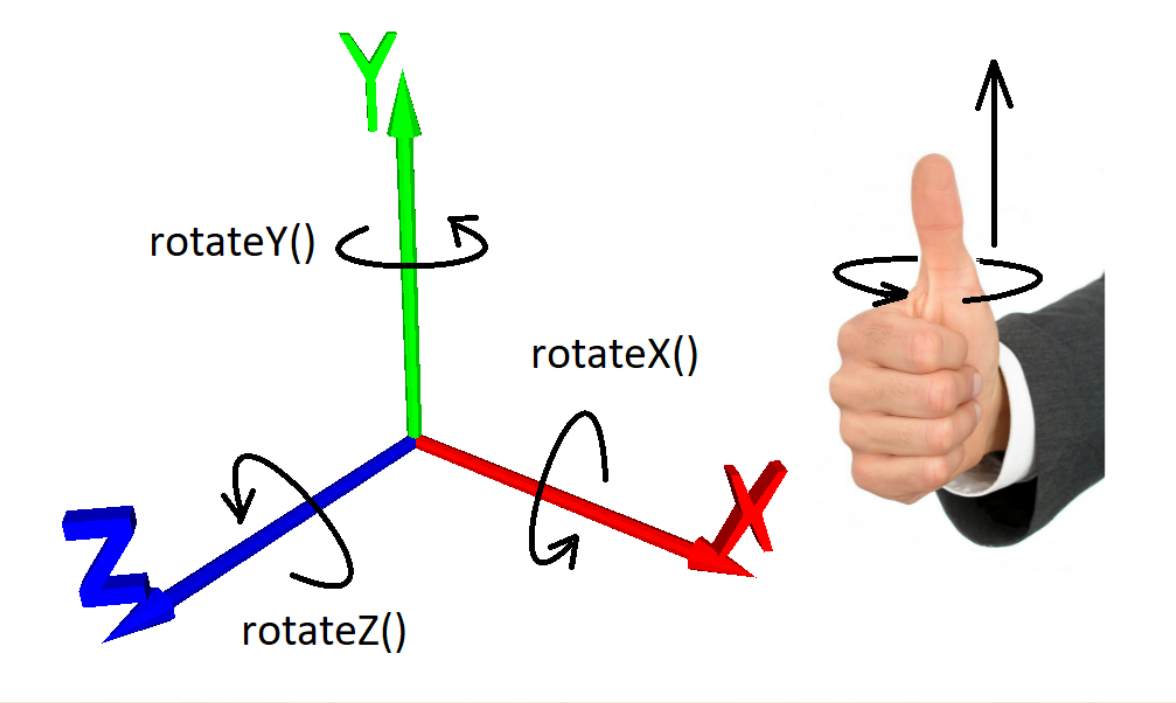
def mesh(M): # 3D modelis M pridedamas prie pagrindinio sluoksnio.

1.2 modulio off.py funkcijos, grąžinančios rezultatą sluoksniuose (2)

def rotateX(M,angle,P): # grąžinamas pasuktas 3D modelis M apie X ašį, angle – posūkio kampas, P – posūkio atskaitos taškas

def rotateY(M,angle,P): # analogiškas pasukimas apie Y ašį

def rotateZ(M,angle,P): # analogiškas pasukimas apie Z ašį



1.2a modulio off.py funkcijos

def stretch(M,s): # funkcija labai panaši į zoom(M,s), tik čia s parametras turi 3 reikšmes s=[a,b,c], pagal kurias atitinkamai keičiamas mastelis X, Y ir Z ašių kryptimis.

def curve(P,min_t,max_t,grid_t,k,r,RGB,isConnected):

pagrindiniame sluoksnyje funkcija grąžina parametrinę kreivę, kur

P=P(t) – parametrinės kreivės lygtis, t ∈ [min_t, max_t],

grid_t – parametrinės kreivės detalumas t parametro atžvilgiu,

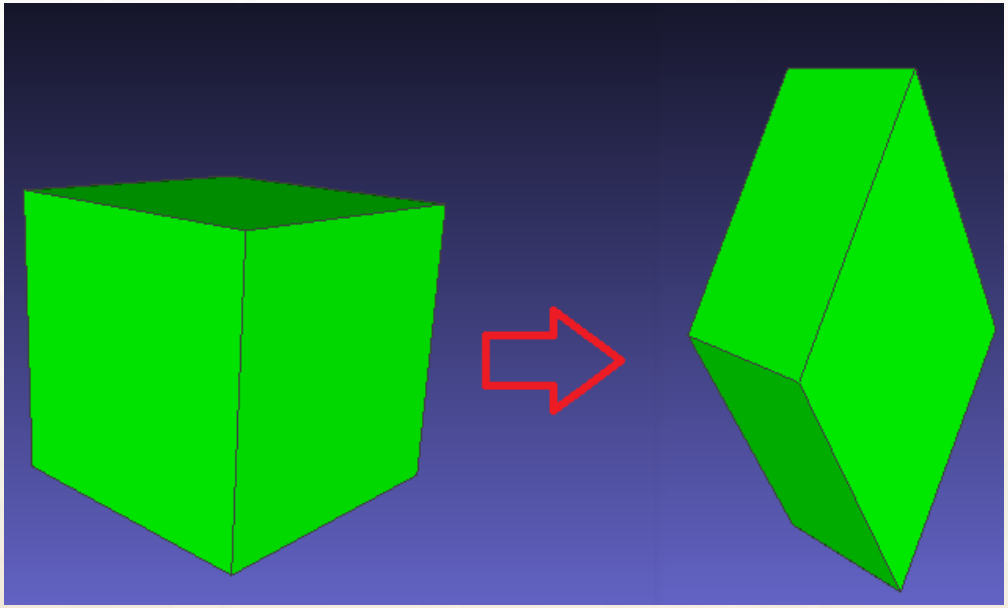
k – parametrinę kreivę sudarančių apskritimų detalumas,

r – parametrinę kreivę sudarančių apskritimų spindulys (gali būti ir kintantis spindulys r=r(t), RGB – parametrinės kreivės spalva, isConnected – parametrui priskiriamos reikšmės true arba false atitinkamai jei kreivės galai sutampa ir jei nesutampa.

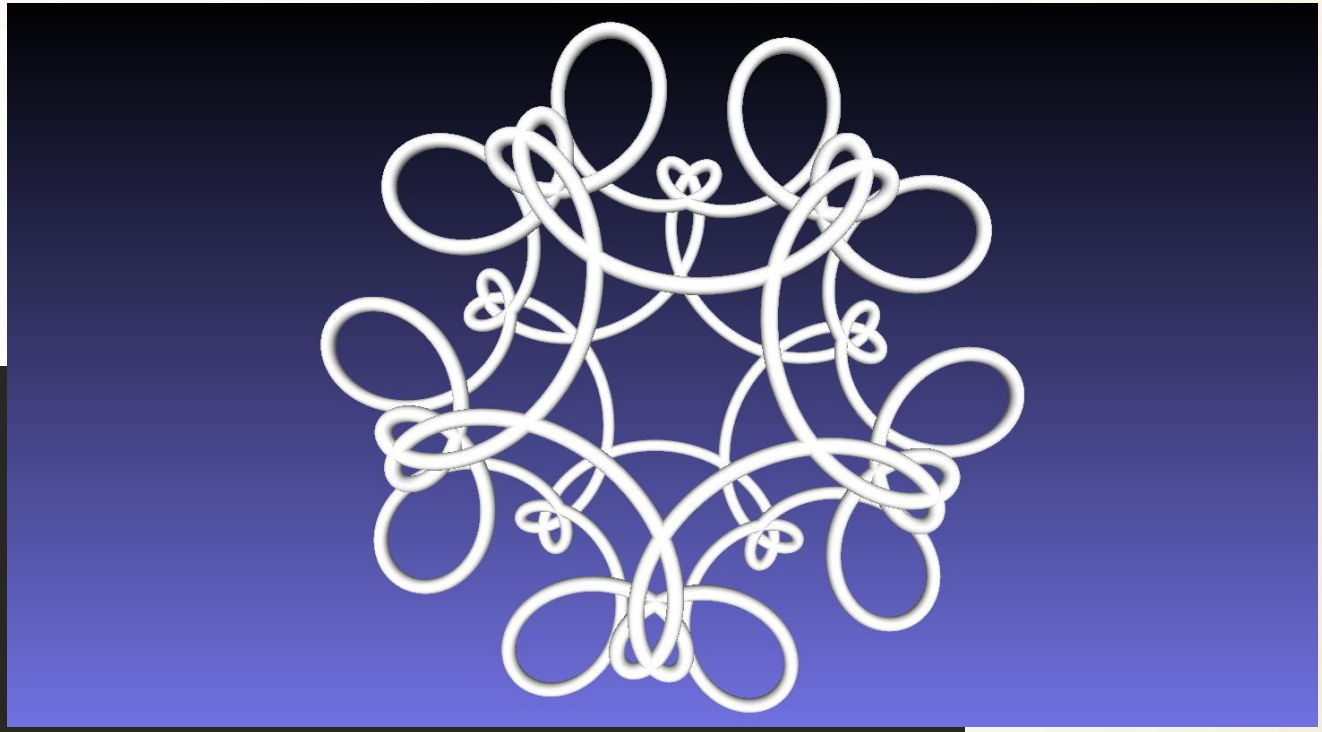
stretch(M,s) funkcija

```
1 import add
2 add.cube([0,0,0],5,[0,255,0])
3 add.off('kubas.off')
```

```
1 import add
2 import math
3 add.cube([0,0,0],5,[0,255,0])
4 K = add.layer()
5 K = add.rotateX(K,math.pi/4,[0,0,0])
6 K = add.stretch(K,[1,2,1])
7 add.mesh(K)
8 add.off('kubas.off')
```

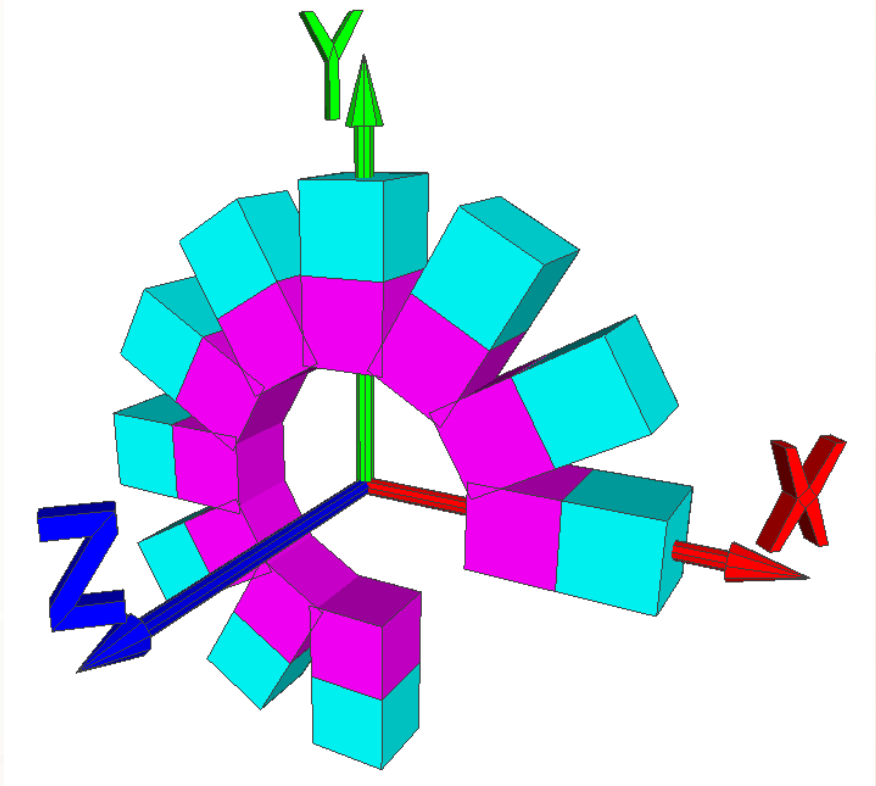


curve(P,min_t,max_t,grid_t,k,r,RGB,isConnected) funkcija



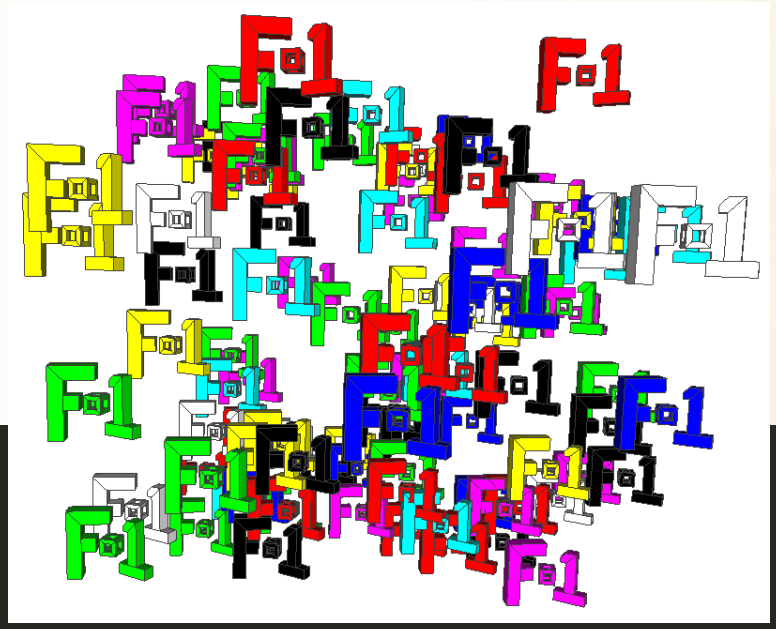
```
import add
import math
a1 = 5
b1 = 10
s1 = 0.4
v1 = -1
a2 = 2.1
b2 = 2.1
s2 = 5.2
v2 = 0.2
def P(t):
  x = a1*math.cos(s1*t)*math.sin(v1*t)+b1*math.sin(s1*t)*math.cos(v1*t)+
      a2*math.cos(s2*t)*math.sin(v2*t)+b2*math.sin(s2*t)*math.cos(v2*t)
  y = 5*math.sin(t)
  z = -a1*math.sin(s1*t)*math.sin(v1*t)+b1*math.cos(s1*t)*math.cos(v1*t)
      -a2*math.sin(s2*t)*math.sin(v2*t)+b2*math.cos(s2*t)*math.cos(v2*t)
  return [x,y,z]
add.curve(P,0,10*math.pi,3000,20,0.25,[255,255,255],True)
add.off('kreive1.off')
```

Pavyzdžiai (1)




```
 1 import add
 2 import math
 3 add.cube([2,0,0],1,[255,0,255])
 4 add.cube([3,0,0],1,[0,255,255])
 5 L = add.layer()
 6 add.axes([0,0,0])
 7 for i in range(10):
 8   M = add.rotateZ(L,i*math.pi/6,[0,0,0])
 9   add.mesh(M)
10 add.off('pasukimas.off')
```

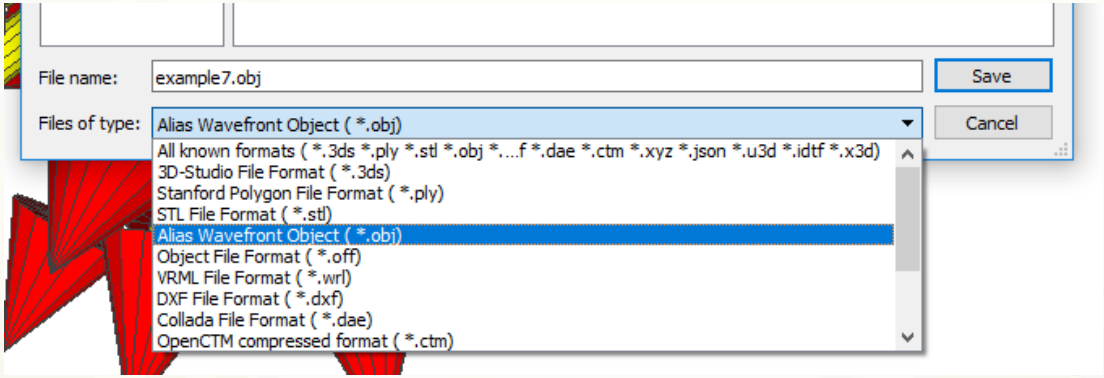
Pavyzdžiai (2)



```
 1 import add
 2 import math
 3 import random
 4 add.cube2([3.2,2.5,0.5],1.2,0.3,[255,0,0])
 5 M1 = add.layer()
 6 M2 = add.load("letters/F.off")
 7 M2 = add.rotateY(M2,math.pi/10,add.center(M2))
 8 M3 = add.load("numbers/1.off")
 9 M3 = add.rotateY(M3,-math.pi/10,add.center(M3))
10 M3 = add.move(M3,[3.6,0,0])
11 M3 = add.zoom(M3,0.8)
12 M = add.merge([M1,M2,M3])
13 for i in range(100):
14   M = add.color(M,[random.randint(0,1)*255,random.randint(0,1)*255,random.randint(0,1)*255])
15   add.mesh(add.move(M,[40*random.random(),40*random.random(),40*random.random()]))
16 add.off('failas0.off')
```

3D modelio viešinimas https://sketchfab.com svetainėje

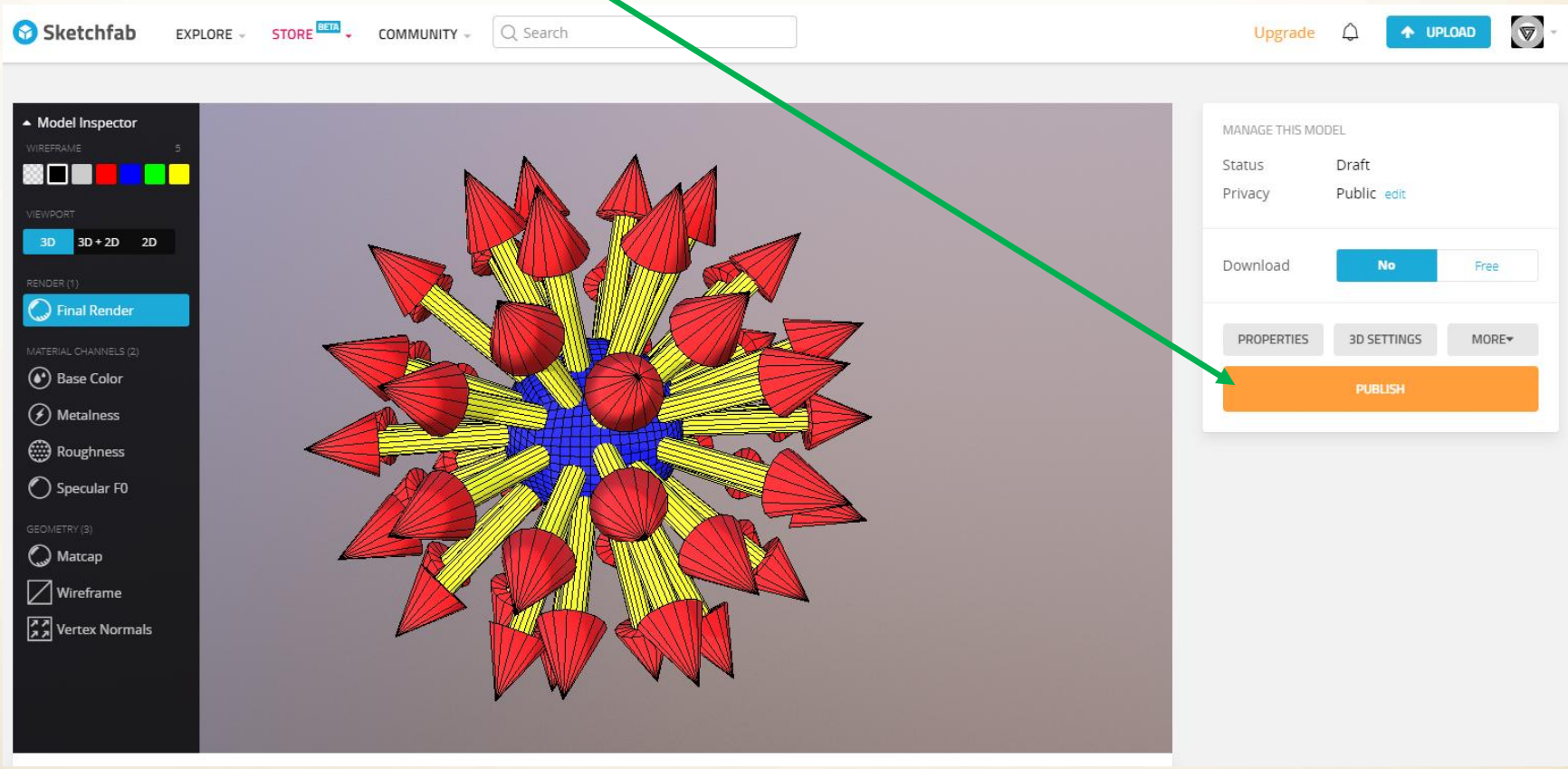
- Naudojant *MeshLab* programą 3D modelį reikia konvertuoti iš OFF formato į OBJ formatą:
  1) File → Export Mesh As...
  2) Pasirinkti *.obj formatą:



  3) Išsaugojus bus gauti 2 failai: *.obj ir *.mtl.
  4) Abu šiuos failus reikia įtraukti į 7z archyvą.
  5) Archyvą įkelti į sketchfab sistemą, susikūrus nemokamą paskyrą.

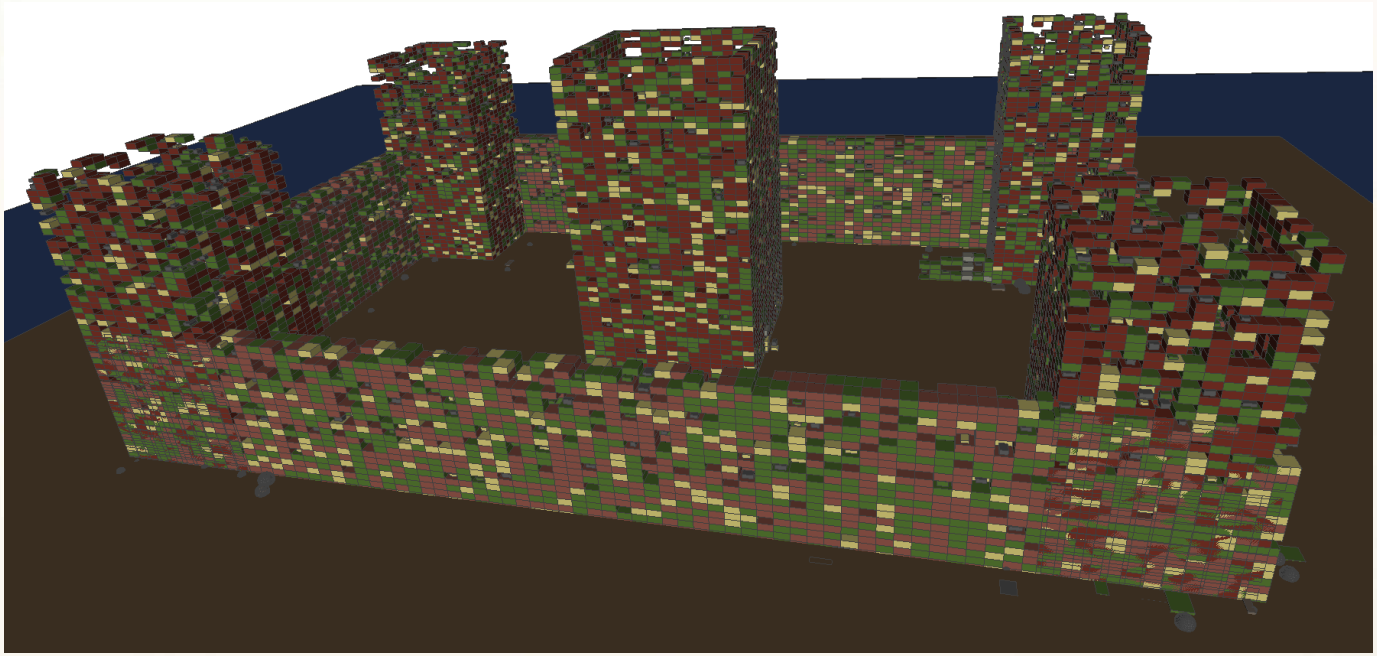
3D modelio viešinimas https://sketchfab.com svetainėje

Nustačius režimą „Public“, 3D modelis tampa viešai prieinamas, juo galima dalintis nuoroda.



Jeigu jau nieko neišeina...

Gal padėtų kalbos robotas, jo paprašius sukurti 3D modelį off formatu nurodžius reikalavimus ir idėją tarkime Maironio „Trakų pilį“:



Taip pat idėjų galima „pasisemti“ iš buvusių ADS studentų:
https://web.vu.lt/mii/m.sabaliauskas/studentu-darbai/

Ačiū už dėmesį.