

## 1) Wstęp

Celem laboratorium jest symulacja przepływu ciepła dla konkretnego obiektu. Rozmiar obiektu to 20 cm x 20 cm x 5mm, pośrodku znajduje się grzałka o wymiarach 2cm x 2cm. Błazka jest wykonana z aluminium

(ciepło właściwe =  $900 \frac{J}{kg K}$  , gęstość =  $2700 \frac{kg}{m^3}$  , współczynnik przewodnictwa =  $237 \frac{W}{m K}$

## 2) Implementacja

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib
import shutil
import os
from matplotlib import cm
from matplotlib.ticker import LinearLocator, FormatStrFormatter
from lab2 import utils
# Stale początkowe
A = 0.2
B = 0.02
h = 0.005
dx = 0.005;
dt = 0.01;
Tk = 50.0
# wyliczenie stałych
n = A / dx + 1
# Parametry Miedzi
K = 237
cw = 900
ro = 2700
matplotlib.rc('font', family='Arial')
#wyczyszczenie i stworzenie nowych katalogow
shutil.rmtree('img1')
shutil.rmtree('img2')
os.makedirs('img1')
os.makedirs('img2')
for warunek1, directory in [[True, "img1"], [False, "img2"]]:
    #przygotowanie siatki
    data = np.zeros([n, n])
    utils.warunekPoczatkowy(data)
    utils.plotData(data, "{0}/poczatek".format(directory), dx)
    t = 0
    while True:
        copyData = np.copy(data)
        utils.iteracja(data, k=K, dt=dt, cw=cw, ro=ro, dx=dx, dy=dx)
        if warunek1:
            data[18:23, 18:23] = 80.0
        elif t * dt < 10.0:
            temp = (50.0 * dt) / (cw * B**2.0 * h * ro)
            data[18:23, 18:2] = data[18:23, 18:2] + temp
            dTemp = np.sum(np.abs(data[:, :] - copyData[:, :]))
            t += 1
            if t % 1000 == 0:
                utils.plotData(data, "{0}/poCzasie{1}".format(directory, int(t / 1000)), dx)
            if dTemp < 0.02:
                break
    utils.plotData(data, "{0}/koniec".format(directory), dx)
```

Tekst 1: Kod Źródłowy cz1

```

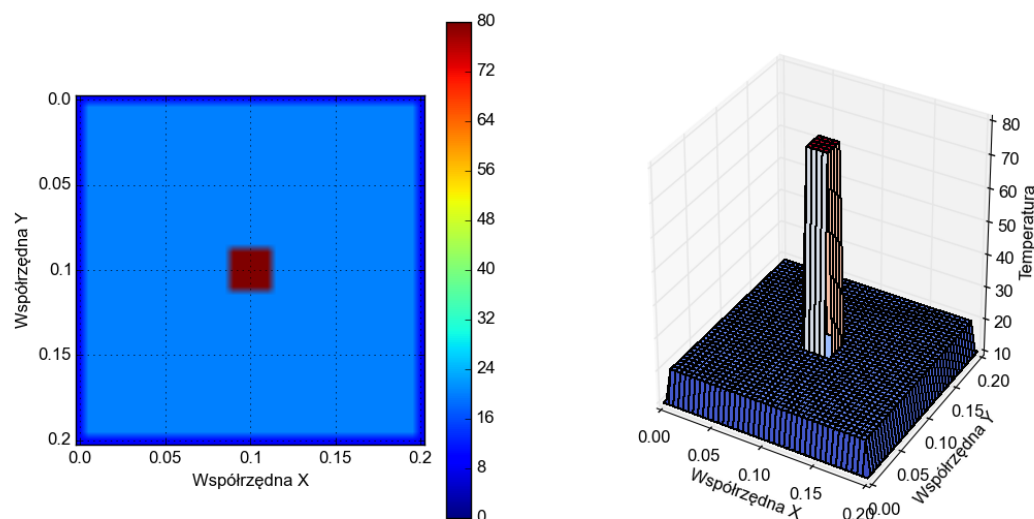
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
temperatura = 0.0
def iteracja(tablica, k=401.0, dt=1.0, cw=380.0, ro=8920.0, dx=0.005, dy=0.005):
    tablica[1:-1, 1:-1] = tablica[1:-1, 1:-1] + (k * dt) / (cw * ro * (dx * dy)) * (
        tablica[2:, 1:-1] - 2.0 * tablica[1:-1, 1:-1] + tablica[:-2, 1:-1]) + (k * dt) /
        (cw * ro * (dx * dy)) * (
            tablica[1:-1, 2:] - 2.0 * tablica[1:-1, 1:-1] + tablica[1:-1, :-2])
def warunekPoczatkowy(blaszka):
    blaszka[:, :] = 20.0
    blaszka[0, :] = 10.0;
    blaszka[-1, :] = 10.0;
    blaszka[:, 0] = 10.0;
    blaszka[:, -1] = 10.0;
    blaszka[18:23, 18:23] = 80.0
def plotData(data, name, dx):
    n, m = data.shape
    fig = plt.figure(figsize=plt.figaspect(.5))
    ax = fig.add_subplot(1, 2, 1)
    l = ax.imshow(data)
    l.set_clim(vmin=0.0, vmax=80.0)
    plt.colorbar(l)
    plt.yticks(np.arange(0, n, 10), np.arange(0, n * dx, 10.0 * dx))
    plt.xticks(np.arange(0, n, 10), np.arange(0, n * dx, 10.0 * dx))
    ax.set_xlabel(u'Współrzędna X')
    ax.set_ylabel(u'Współrzędna Y')
    ax.grid(True)
    ax = fig.add_subplot(1, 2, 2, projection='3d')
    X = np.arange(0, n * dx, dx)
    Y = np.arange(0, n * dx, dx)
    X, Y = np.meshgrid(X, Y)
    surf = ax.plot_surface(X, Y, data, rstride=1, cstride=1, cmap=cm.coolwarm,
        antialiased=False)
    ax.grid(True)
    ax.set_xlabel(u'Współrzędna X')
    ax.set_ylabel(u'Współrzędna Y')
    ax.set_zlabel(u'Temperatura')
    plt.savefig(name + ".png")
    plt.close('all')

```

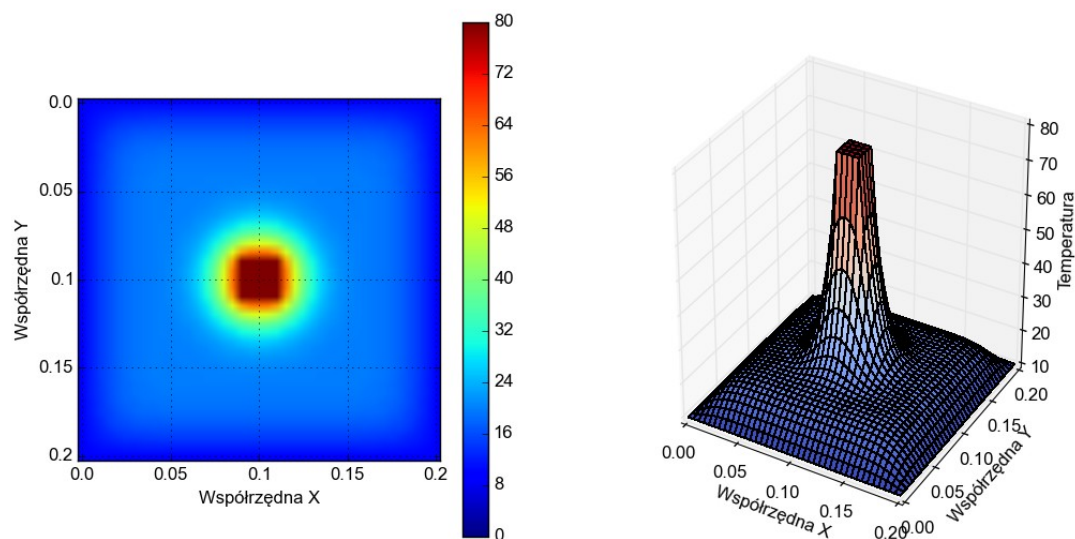
*Tekst 2: Kod źródłowy cz2*

### 3) Symulacja dla przypadku I

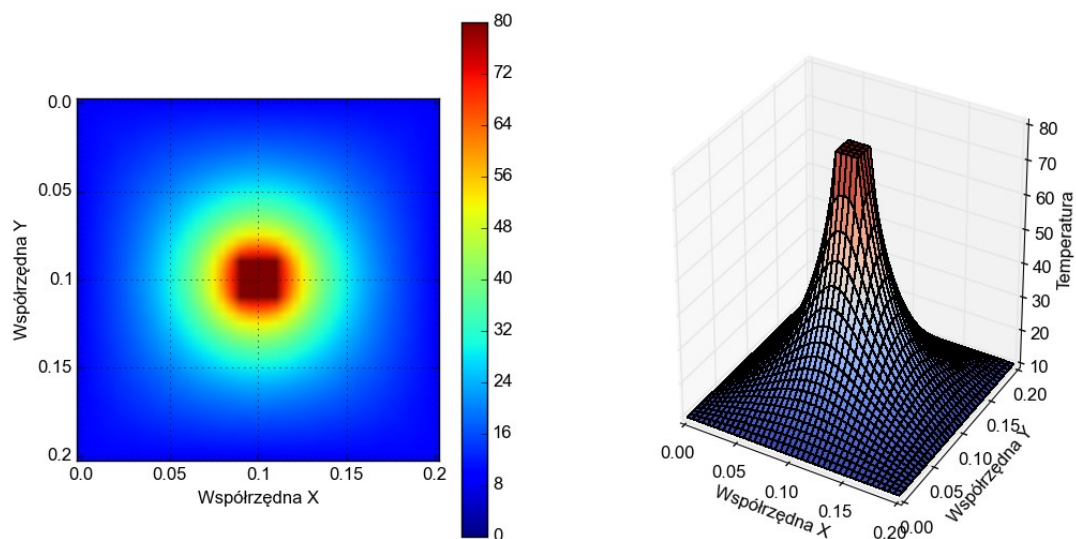
W pierwszym przypadku zakładamy że grzałka ma stałą temperaturę 80 stopni Celsjusza natomiast brzegi mają stałą temperaturę 10 stopni Celsjusza .



*Ilustracja 1: Stan Początkowy*



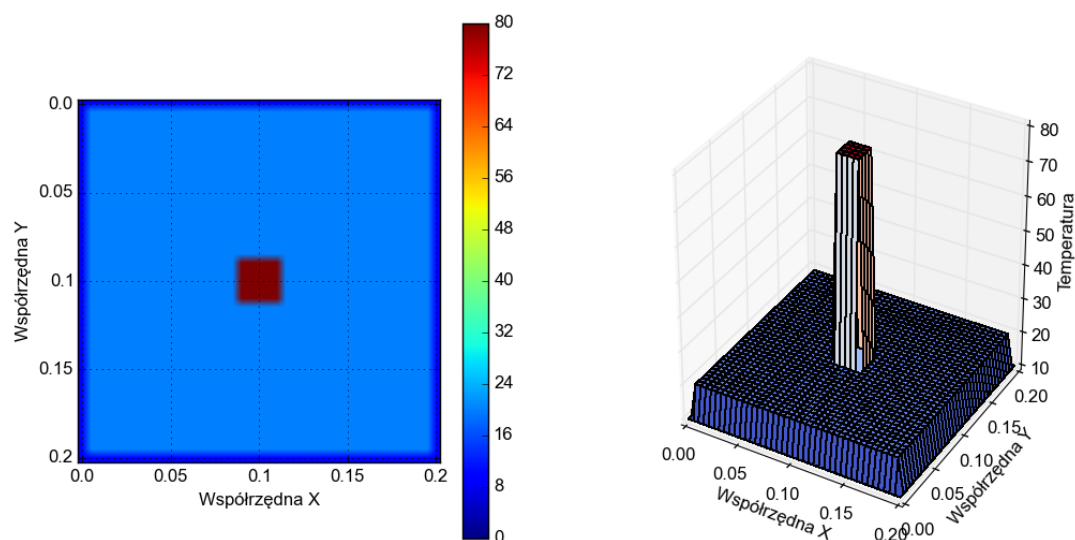
*Ilustracja 2: Po 2s*



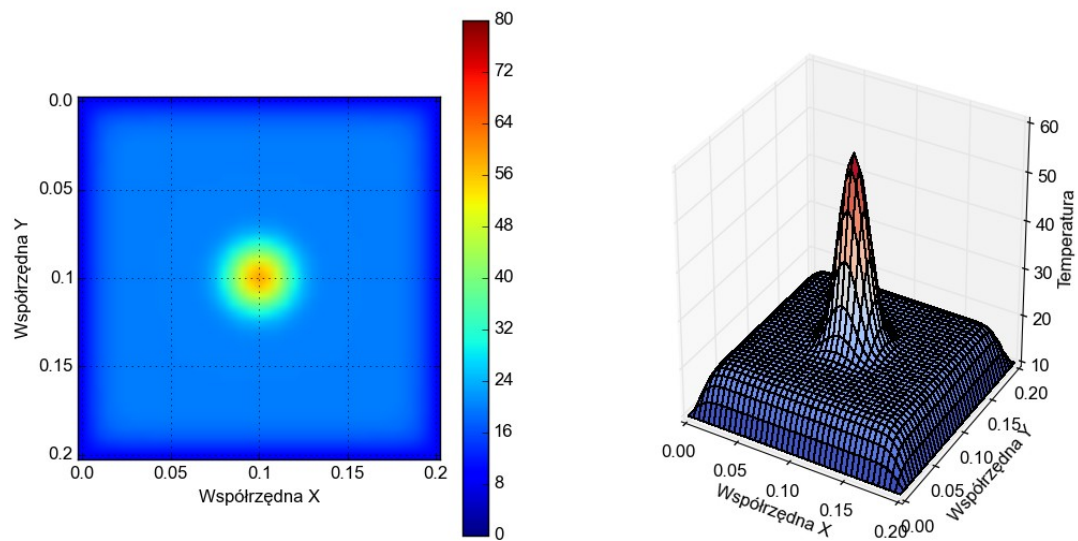
*Ilustracja 3: Stan ustalony*

#### 4) Symulacja dla przypadku II

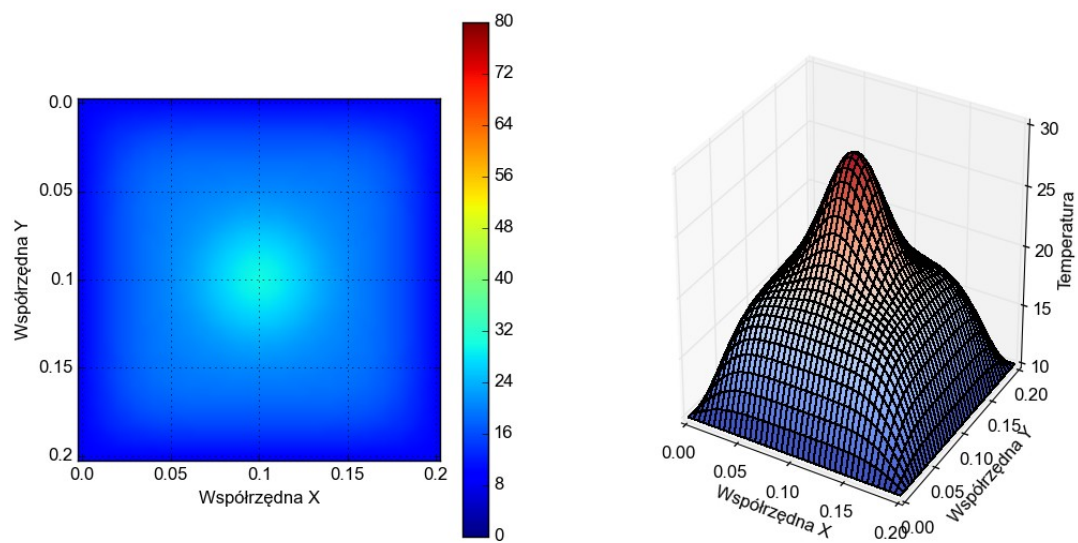
W drugim przypadku na środku mammy umieszczoną grzałkę z początkową temperaturą 80 stopni Celsjusza następnie przez 10s dostarczymy ciepło do grzałki. Grzałka ma moc 50W.



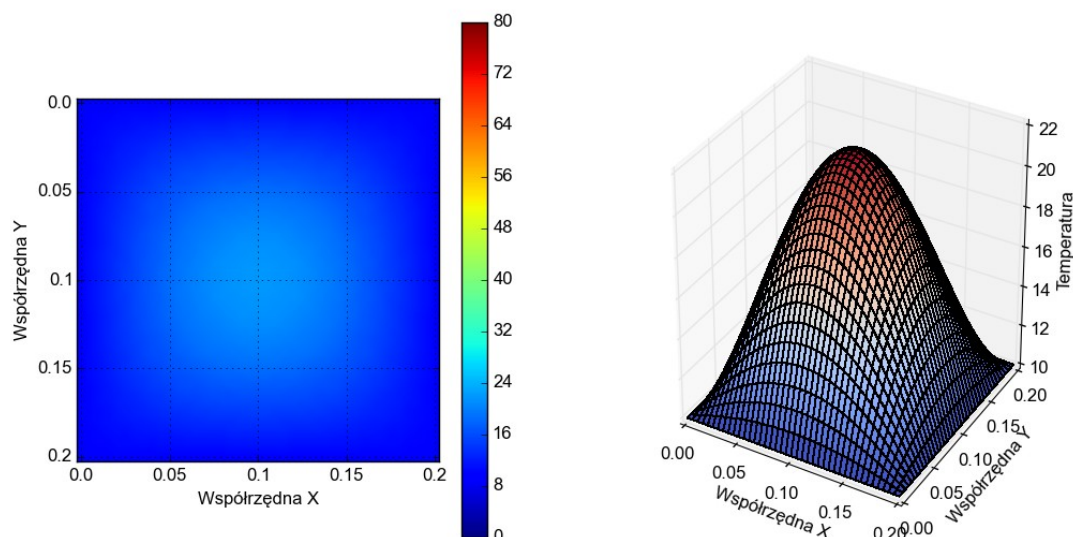
*Ilustracja 4: Stan początkowy*



*Ilustracja 5: Przed wyłączeniem grzałki*



*Ilustracja 6: Po wyłączeniu grzałki*



*Ilustracja 7: Stan ustalony*

## 5) Wnioski

Celem laboratorium była symulacja transportu ciepła. Do symulacji użyliśmy aluminiowej blaszki z grzałką. Symulację przeprowadziliśmy dla dwóch zachowań blaszki. W pierwszym utrzymywaliśmy stałą temperaturę blaszki, w drugim ogrzewaliśmy ją grzałką o mocy 50 W prze 10s. Symulacja przebiegła poprawnie, ciepło z grzałki jest transportowane w kierunku rejonów chłodniejszych. W drugim przypadku po wyłączeniu grzałki temperatura samej grzałki również spada.