Christophe Blomsen
chriskbl@student.matnat.uio.no

1. mai 2020

Innhold

Figurer

Kode

a)

All kode vil ligge i samme python fil så de relevante kode snuttene er tilgjengelig på de tilsvarende deloppgavene. Hele filen kan finnes i Appendikset.

Kode 1: Kode oppgave a)

```python
import scipy.io as sio
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

data = sio.loadmat('data.mat')
x = data.get('x')
y = data.get('y')
u = data.get('u')
v = data.get('v')
xit = data.get('xit')
yit = data.get('yit')

print(np.shape(x))
print(np.shape(y))
print(np.shape(u))
print(np.shape(v))
print(np.shape(xit))
print(np.shape(yit))

print(x)
print(y)
```

Utskrift til terminalen blir

```
x shape is (201, 194)
y shape is (201, 194)
u shape is (201, 194)
v shape is (201, 194)
xit shape is (1, 194)
yit shape is (1, 194)
[[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]
[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]
[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]
...
[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]
[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]
[ 0. 0.5 1. ... 95.5 96. 96.5]]
[[-50. -50. -50. ... -50. -50. -50. ]
[-49.5 -49.5 -49.5 ... -49.5 -49.5 -49.5]
[-49. -49. -49. ... -49. -49. -49. ]
...
[ 49. 49. 49. ... 49. 49. 49. ]
[ 49.5 49.5 49.5 ... 49.5 49.5 49.5]
[ 50. 50. 50. ... 50. 50. 50. ]]
```

Ser da at griddet i xy-planet har et regulært intervall på 0.5 mm i begge rettninger. Samt at y-koordinatene spenner ut hele diameteren til røret.

b)

Observerer fra presentasjonen av eksperimentet at det er væskefase i den nedre halvdelen av røret og gassfase i den andre halvdelen.

Kode 2: Kode oppgave b

```
velocity = np.sqrt(u**2 + v**2)

plt.subplot(2, 1, 1)
plt.plot(xit, yit, "k*")
water_bender = plt.contourf(x, y, velocity, np.linspace(0, 500, 100))
plt.colorbar(water_bender)

plt.subplot(2, 1, 2)
plt.plot(xit, yit, "k*")
air_bender = plt.contourf(x, y, velocity, np.linspace(1000, 5000, 100))
plt.colorbar(air_bender)

plt.savefig("oppgave_b.png")
plt.show()
```

Det produserer følgende plot

c)

Velger å bruke vært femte element i pilplottet

Kode 3: Kode til oppgave c

```
def rectangle(x1, x2, y1, y2):
    position1 = (x[x2, x1], y[x2, y1])
    position2 = (x[y2, y1], y[y2, y1])

    # Bottom
    plt.plot([position1[0], position2[0]], [position1[1], position1[1]], "r")

    # Right
    plt.plot([position2[0], position2[0]], [position1[1], position2[1]], "g")

    # Top
    plt.plot([position1[0], position2[0]], [position2[1], position2[1]], "b")

    # Left
    plt.plot([position1[0], position1[0]], [position1[1], position2[1]], "k")


def draw_rectangles():
    rectangle1_values = [34, 159, 69, 169]
    rectangle(rectangle1_values[0], rectangle1_values[1],
              rectangle1_values[2], rectangle1_values[3])

    rectangle2_values = [34, 84, 69, 100]
    rectangle(rectangle2_values[0], rectangle2_values[1],
              rectangle2_values[2], rectangle2_values[3])

    rectangle3_values = [34, 49, 69, 59]
    rectangle(rectangle3_values[0], rectangle3_values[1],
              rectangle3_values[2], rectangle3_values[3])

draw_rectangles()
plt.plot(xit, yit, "k*")
num_skip = 5
```

```
plt.quiver(x[::num_skip, ::num_skip], y[::num_skip, ::num_skip],
           u[::num_skip, ::num_skip], v[::num_skip, ::num_skip])

plt.title("Oppgave c)")
plt.xlabel("x")
plt.ylabel("y")

plt.savefig("oppgave_c.png")
```

Denne kodesnutten produserer følgede plot

d)

I numpy pakken til python så finnes det flere finne funksjoner, i denne oppgaven så blir numpy.gradient funksjonen brukt. Det den gjør er å regne ut gradienten til arrays. Hvis man også bruker keyword argumentet axis så kan man velge hvilken av komponente du vil ha. I kodesnutten under er da dette oppnådd med at vi i *dudx* kun trekker ut x-komponente fra gradienten til u tilsvarende for *dvdy*.

Kode 4: Oppgave d

```
dudx = np.gradient(u, 0.5, axis=0)
dvdy = np.gradient(v, 0.5, axis=1)

divergence = dudx + dvdy
print(f"The divergence is {divergence}")

plt.contourf(x, y, divergence)
plt.colorbar()
plt.title("Oppgave d)")
plt.savefig("oppgave_d.png")
```

Denne kodesnutten produserer da følgende plot. Divergensen til $\mathbf{v}$ er ikke den samme som divergensen til $u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$. Dette fordi divergensen til $\mathbf{v}$ er

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = \frac{\partial u}{\partial \mathrm{d}x}$$

e)

np.gradient blir brukt på samme måte i denne oppgaven for å finne virvlingen.

```
dudy = np.gradient(u, 0.5, axis=0)
dvdx = np.gradient(v, 0.5, axis=1)

curl_v = dvdx - dudy

curl_plot = plt.contourf(x, y, curl_v)
plt.streamplot(x, y, u, v, color="orange")
plt.colorbar()

plt.title("Oppgave e)")

plt.savefig("oppgave_e.png")
plt.show()
```

Konturplottet av denne virvlingskomponenten kan finnes her. Observerer at strømningen skaper sirkulasjon mellom gass- og væskefasen, spesielt rundt det miderste rektangelet. Ser også at strømningen trekkes til veggen på grunn av friksjon.

f)

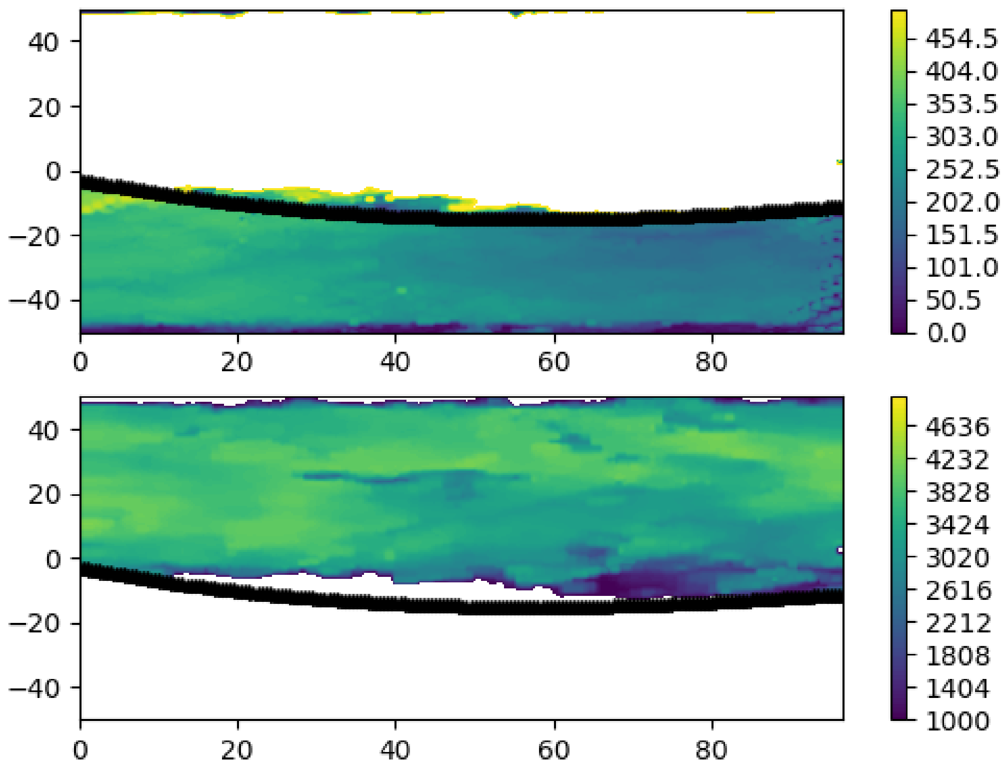
```
def line_integral(x1, y1, x2, y2):
    side1 = 0
    side2 = 0
    side3 = 0
    side4 = 0
    dx = 0.5
    dy = 0.5

    for k in u[y1, x1:x2+1]:
        side1 += k*dx

    for k in v[x2, y1:y2+1]:
        side2 += k*dy

    for k in u[y2, x1:x2+1]:
        side3 -= k*dx

    for k in v[x1, y1:y2+1]:
        side4 -= k*dy

    sumation = side1 + side2 + side3 + side4
    return sumation


def surface_integral(x1, y1, x2, y2):
    integral = 0
    dx = 0.5
    dy = 0.5
    for i in range(x1, x2+1):
        for j in range(y1, y2+1):
            integral += curl_v[j, i]*dx*dy

    return integral


print(line_integral(34, 159, 69, 169), line_integral(34, 84, 69, 99),
      line_integral(34, 49, 69, 59))
print(surface_integral(34, 159, 69, 169), surface_integral(34, 84, 69, 99),
      surface_integral(34, 49, 69, 59))
```

g)

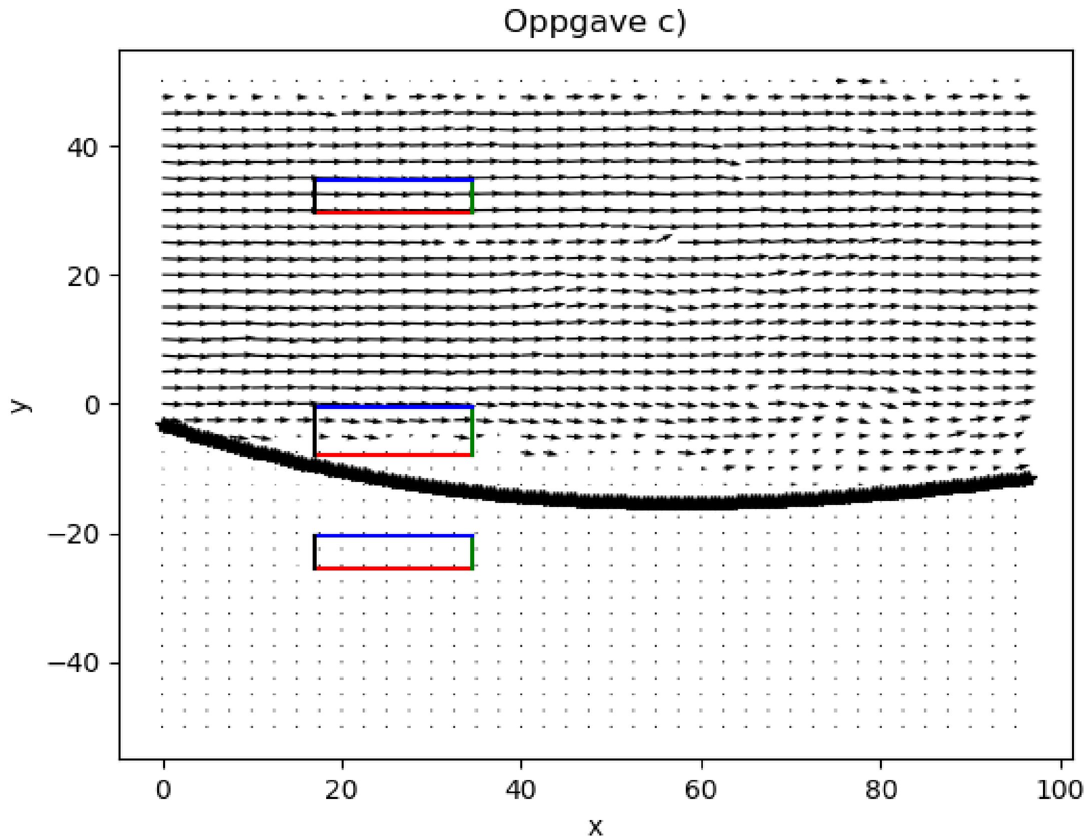
```
def gaus(x1, y1, x2, y2):
    side1 = 0
    side2 = 0
    side3 = 0
    side4 = 0
    dx = 0.5
    dy = 0.5
    dz = 1

    for k in v[y1, x1:x2+1]:
        side1 -= k*dx*dz

    for k in u[x2, y1:y2+1]:
```

```
        side2 += k*dy*dz

    for k in v[y2, x1:x2+1]:
        side3 += k*dx*dz

    for k in u[x1, y1:y2+1]:
        side4 -= k*dy*dz

    sumation = side1 + side2 + side3 + side4
    return sumation
```

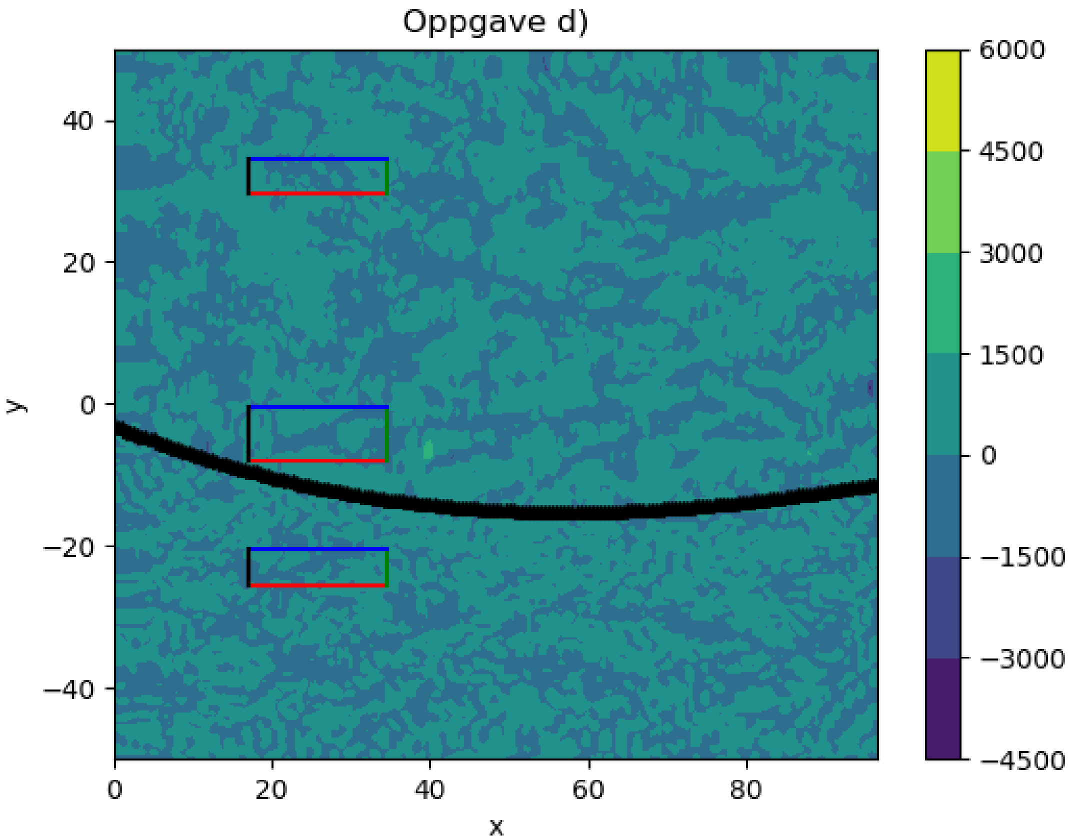
Figur 1: Graf til oppgave b



Figur 2: Graf til oppgave c



Figur 3: Graf til oppgave d



Figur 4: Graf til oppgave e