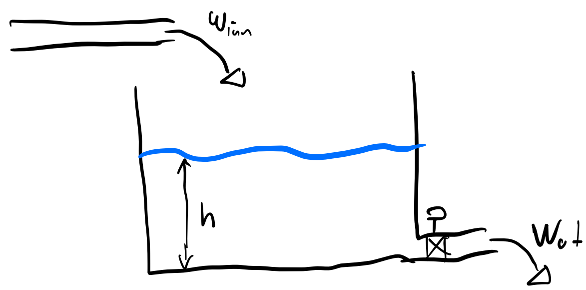
Øving 4 : Vanntank

Oppg 1:

ⓐ



$$\dot{m} = w_{inn} - w_{ut}$$

$$(\dot{\rho A h}) = w_{inn} - w_{ut}$$

Siden vi har vann i tanken er $\rho = 1$

Siden vi antar at ρ og A er konstant kan vi

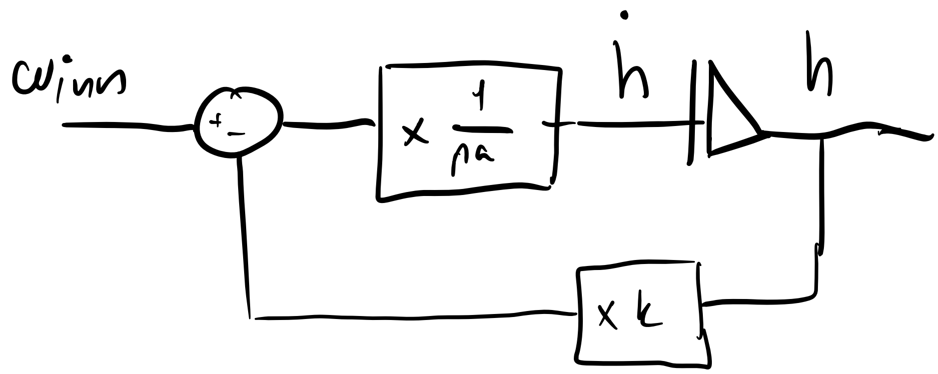
$$\rho A \dot{h} = w_{inn} - w_{ut}$$

$$\dot{h} = -\frac{w_{ut}}{\rho A} + \frac{w_{inn}}{\rho a}$$

$$\boxed{\dot{h} = -\frac{kh}{\rho a} + \frac{w_{inn}}{\rho a}}$$

pådraget vil være w_{inn} og pådragsorganet vil være en ventil som regulerer w_{inn}

(b)



her er h en naturlig tilbakekobling //

(c) dersom $w_{inn} = 0$

får vi $\dot{h} = -\frac{kh}{\rho A}$

Som betyr at vi tømmer tanken

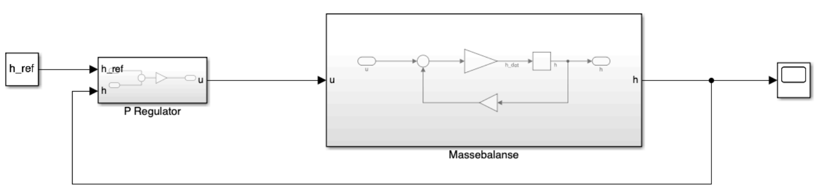
Denne modellen er stabil og den alltid vil konvergere mot $\dot{h} = 0$ og $h = 0$ //

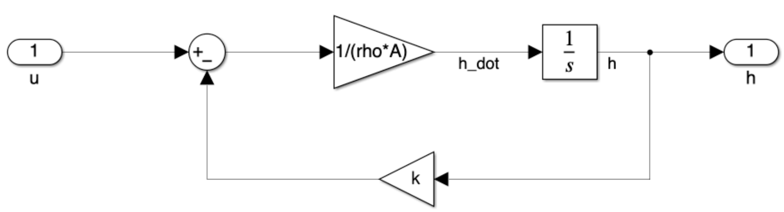
(d) Om vi hadde hatt positivt fortegn på $\frac{kh}{\rho a}$ ville $\dot{h}$ økt fortere desto mer vann som er i tanken. Altså vil tanken fylles fortere opp desto mer vann som er i tanken. Det blir rett og slett som et ekstra pådrag som øker proporsjonalt med h.

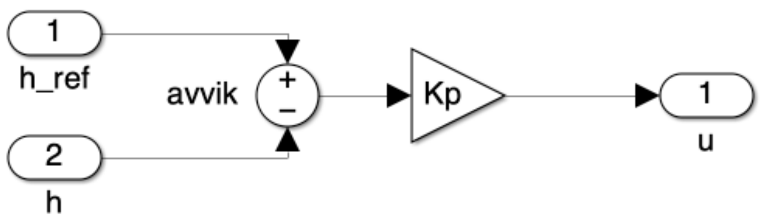
Dette systemet vil IKKE være stabilt fordi dette systemet har en selvforsterkende effekt som gjør at $\dot{h}$ og h divergerer.

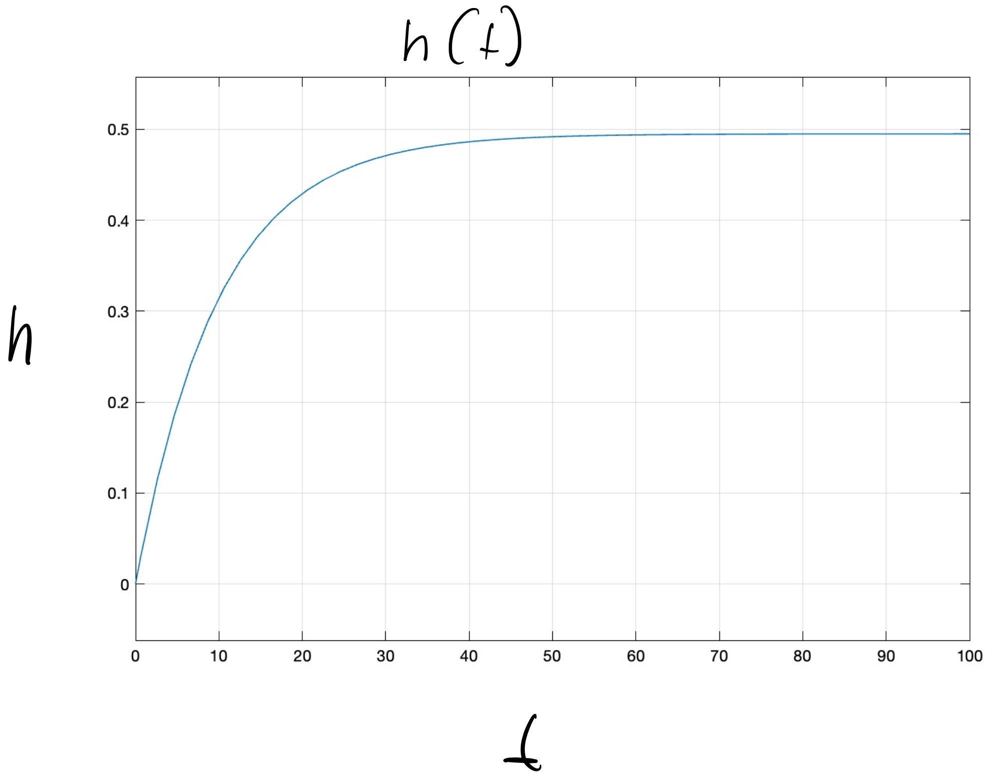
Oppgave 2:

(a)






1
h_ref
2
h
avvik
+
−
Kp
1
u


h(t)
h
t
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

6

med P-regulator har vi

$$\dot{h} = -\frac{kh}{\rho A} + \frac{K_p(h_{ref} - h)}{\rho A}$$

for å regne stasjonær avvik setter vi $\dot{h} = 0$

$$0 = -\frac{kh}{\rho A} + \frac{K_p(h_{ref} - h)}{\rho A}$$

$$0 = -kh + K_p h_{ref} - K_p h$$

$$= -h(k + K_p) + K_p h_{ref}$$

$$h = \frac{K_p h_{ref}}{k + K_p} = \frac{100 \cdot 0.5}{1 + 100} = 0.495$$

Det betyr at vi får et stasjonær avvik på 0.5cm c

```
% Define values
h_max = 1; % m
h_ref = 0.5; % m
h_init = 0; % m
A = 1; % m^2
k = 1;
rho = 1000; % kg/m^3
Kp = 100; %
T = 100; % s

% Sim regulation
sim regulate_tank.slx

% Find the last h value
h_last = out.h.Data(numel(out.tout));

% Calculate error
error = h_ref - h_last;

fprintf("Stasjonæravviket: %i ", error)
```

```
Stasjonæravviket: 4.970831e-03 >>
```

$\approx 5 \times 10^{-3} m = 5cm$

Dette stemmer veldig bra

d

For å unngå dette problemet kan vi implementere et Integral-ledd i regulatoren vår som vil kompensere for stasjonær avviket ved å integrere avviket over tid slik at vi til slutt ende på ønsket referanse e

Bruker programmet fra opg c, men legger til konstant forstyrrelse $w = 10\,kg/s$

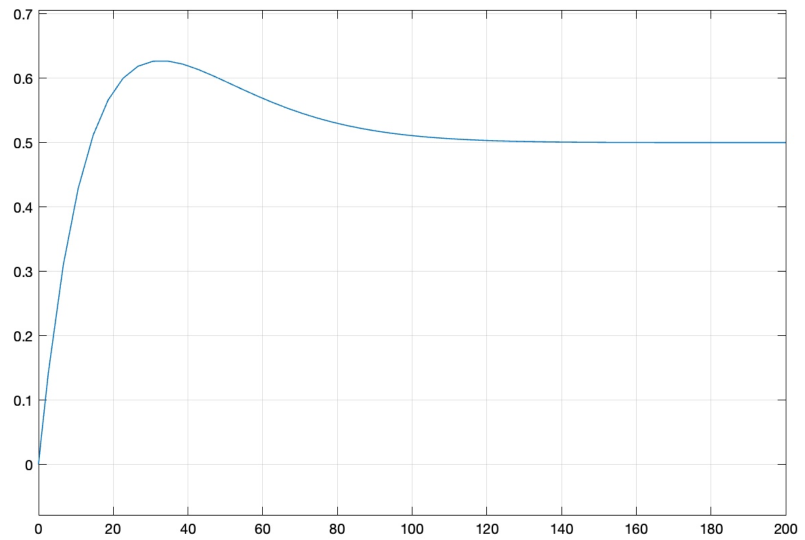
jeg får det stasjonære avviket blir

9,4cm, men over h_ref denne gangen.

f

$$u = K_p e + K_i \int_0^t e(\tau)\,d\tau$$

9



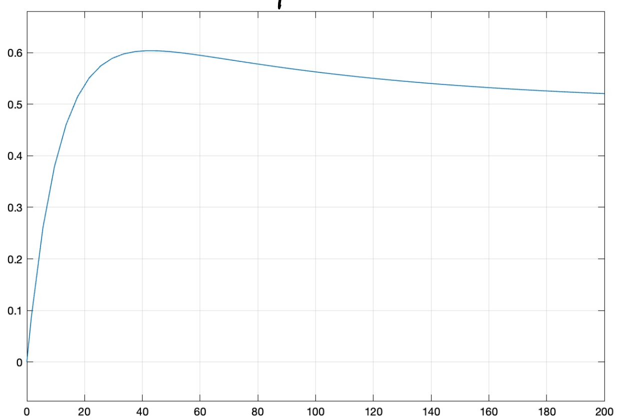
Her har jeg valgt K_i til å være 3 og da er stasjonær avvik etter $t = 200$: 3.7×10^{-5} m

3.7×10^{-2} cm

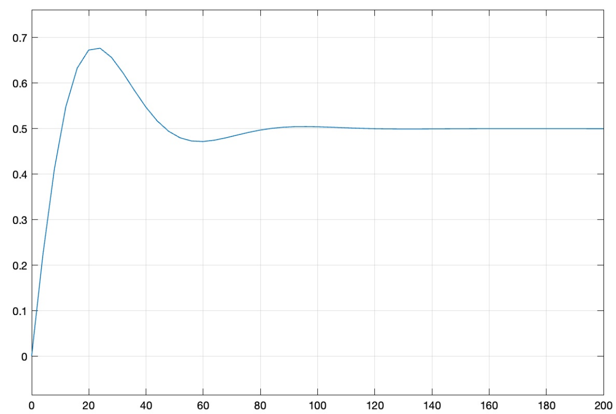
0.037 cm //

(h)

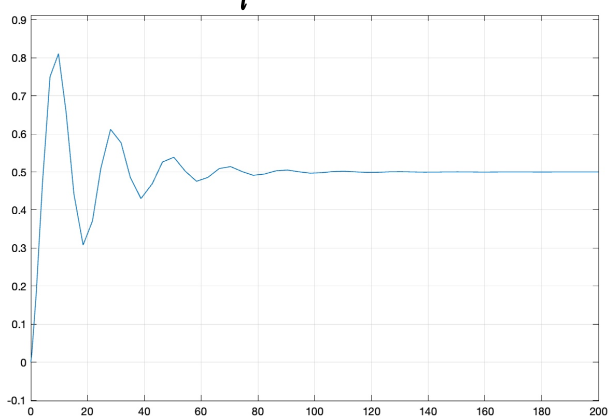
$k_i = 1$



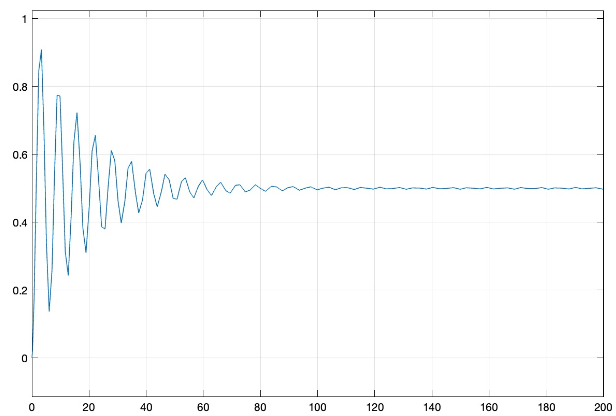
$k_i = 10$



$k_i = 100$



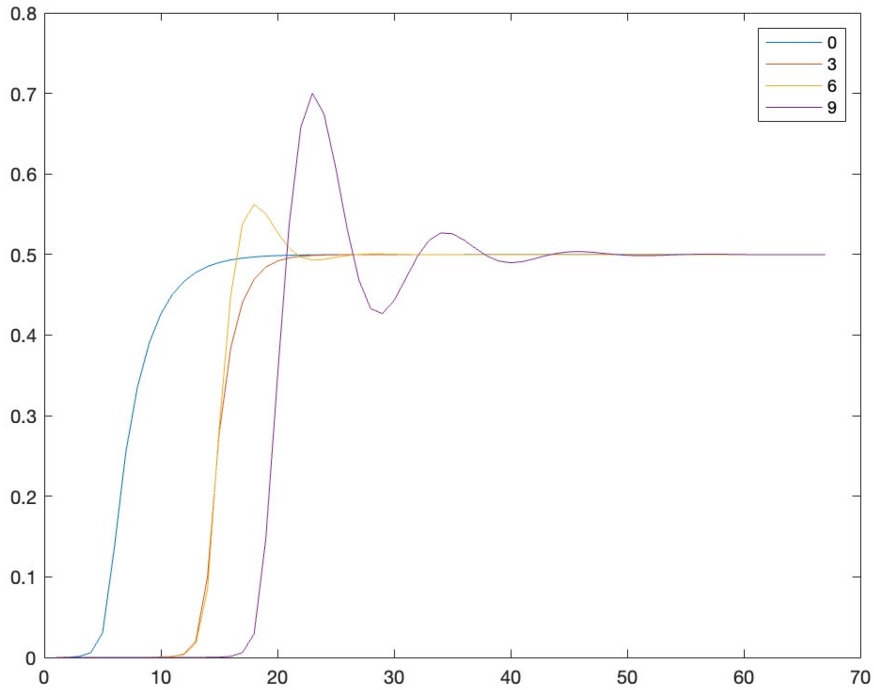
$k_i = 1000$



Her ser vi at om K_i blir for stor får vi oversving som blir verre og verre desto høyere vi går.

Siden vi ikke ha forskyvesle endret jeg K_i til 0,1

(i)



Desto større tidsforsinkelse desto større svingninger får vi når referanse verdi.

(j) I alle disse tilfellene vil systemet være stabilt da svingningene blir mindre og mindre og konvergerer mot h_{ref}.
jeg prøvde også med $\tau = 27$, og da får jeg svingninger med større og større

amplitude → dcl a el ostabilt system //