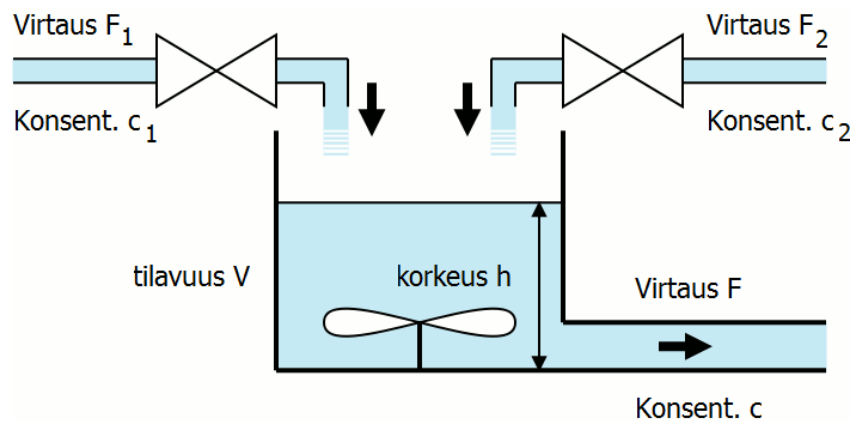


Kuvassa 1 esitetyssä läpivirtaussäiliösystemissä on kaksi venttiiliä, joista syötetään säiliöön nopeuksilla F_1 ja F_2 [yksikkönä m^3/s] sisään liuoksia, joiden konsentraatiot ovat c_1 ja c_2 [mol/m^3].

- Säiliön pohjan pinta-ala on A [m^2], nesteen korkeus h [m], ja tilavuus $V = Ah$. Säiliön sisältämän liuoksen konsentraatio on c [mol/m^3].
- Ulostvirtaus on $F = a\sqrt{2gh}$ [m^3/s], missä a on jokin verrannollisuuskerroin ja g putoamiskiihtyvyyys.
- Oletetaan lisäksi, että liuos sekoittuu nopeasti, jolloin säiliön sisältämä liuos voidaan olettaa homogeeniseksi kaikilla ajanhetkillä.
- Käytä *simuloinneissa* seuraavia arvoja: $A = 2\text{m}^2$, $a = 0.07\text{m}^2$, $c_1 = 1.5\text{mol}/\text{m}^3$ ja $c_2 = 1\text{mol}/\text{m}^3$. Älä kuitenkaan käytä numeroarvoja kaavojen pyörittelyssä!



Kuva 1: Harjoitustyön 1 läpivirtaussysteemi.

1. Muodosta epälineaarinen differentiaaliyhtälösystemi kuvaamaan nestepinnan korkeutta ja ainemäärää säiliössä. Simuloi järjestelmän toimintaa erilaisilla sisäänmenovirtauksilla, kun c_1 ja c_2 ovat vakioita. Käytä Simulink-tiedostoa las1_1.mdl.
2. Analysoi, miten ulostulokonsentraatioon c vaikuttavat
 - a. sinimuotoinen
 - b. satunnainenvaihtelu c_1 :ssä, kun c_2 on vakio. Käytä Simulink-tiedostoa las1_1.mdl.
3. Linearisoi differentiaaliyhtälömalli jonkin tasapainotilan ympäristössä. Raportoi, miten linearisointi tehdään. Simuloi linearisoidun mallin toimintaa ja vertaa tuloksia linearisoimattomaan malliin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_3.mdl, johon joudut laskemaan tilayhtälöesityksen kertoimet. Huom. Simulink-mallissa vakio y_0 on vektori, joka sisältää ulostulomuuttujien arvot tasapainotilassa valituilla muuttujien F_1 ja F_2 arvoilla. Voit käyttää linearisoidun mallin ulostulona suoraan valitsemiasi tiloja, esim. ainemäärä ja korkeus.

Lopuissa tehtävissä tutkitaan vain nestemäärän virtauksia, ei konsentraatioita.

4. Tutki, miten ulosvirtaus F käyttäytyy, kun sisääntuleva virtaus vaihtelee sinimuotoisesti. Miten virtauksen taajuuden muutos vaikuttaa F :ään? Käytä Simulink-tiedostoa las1_4.mdl.
5. Muodosta linearisoidun järjestelmän siirtofunktio. Raportoi, miten muodostaminen tapahtuu. Simuloi järjestelmän toimintaa siirtofunktion avulla ja vertaa ulosvirtauksen F käyttäytymistä kohdissa 1. ja 3. tehtyjen simulaatioiden tuloksiin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_5.mdl.
6. Diskretoi linearisoitu malli. Selosta, miten malli diskretoidaan. Simuloi, ja vertaa ulostulovirtauksen F käyttäytymistä kohdissa 1., 3. ja 5. tehtyjen simulaatioiden tuloksiin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_6.mdl.