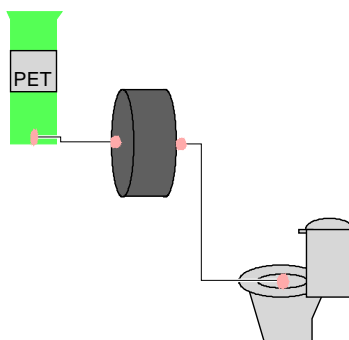


## 2. úkol z MOS: do 21. 10. 2015 20:00

### Proudění kapaliny

Cílem tohoto úkolu je upevnit si práci s konektory a orientace v Modelice. Na obrázku 1 níže vidíte možné blokové schéma modelu. Model je složitostí podobný pružince, pouze z jiné, hydrodynamické domény. Dejte si pozor na počty rovnic, na to aby vám tok nemizel, kde nemá a na znaménka u toků.

Představíme si, že máme (dost) vysokou PET flašku, ve které je dole – úplně ve dně – díra a tou nám vytéká minerálka (nebo pivo). Zdrojový model tentokrát nemáte přiložený, je to na vás. Využijte základ ze cvičení.



Obrázek 1. Model proudění kapaliny

### Úkoly

#### I. Výtok z nádrže

1. Vytvořte si následující komponenty
  - a) Konektor – stejně jako na cvičení tlak a tok – jeden z toho musí být *flow*
  - b) Petka – sloupec vody o jisté hustotě generují tlak. Parametry hustota  $\rho = 1000$ ,  $g = 10$ , proměnné  $h$  (výška vodního sloupce),  $p$  tlak u dna,  $V$  objem nádrže a  $q$  tok (pozor na znaménka – vytéká-li, bude záporný) se řídí následujícími rovnicemi:

$$p = h\rho g$$

$$V = S \cdot h$$

$$V = \int q \, dt$$

- c) Odpor – najděte si rovnice pro Hagen-Poiselův zákon.
  - d) Výlevka –  $p = 0$
2. Zkuste nasimulovat co nejrealističtěji následující situaci:

- a) Válec má podstavu 1 dm<sup>2</sup>, výška 1m a je na začátku plný vody (přetékání neuvažujte, je to ideální voda) – nastavte správně inicializaci.
- b) Díra má průměr 1cm, najděte si rovnice pro hodnoty odporu.
- c) Tloušťka stěny (tj. „délka díry“) je 5mm
- d) Vnější tlak je 0.

Zodpovězte následující otázky:

- a) Za jak dlouho bude nádrž prázdná<sup>1</sup>? Bude úplně prázdná?
- b) Analyzujte různé vlivy a interpretujte výsledné průběhy. Do jaké míry je výsledek realistický? Co jsme zanedbali? Jak výsledek zpřesnit? Je vůbec Modelica vhodným nástrojem?

## II. Senzory

1. Vyrobté senzor tlaku, který bude přepočítat tlak na torr [mmHg]<sup>2</sup> a bude zapojen k nádrži.
2. Vyrobté senzor průtoku, který přepočítává jednotky na l/min.

Senzor průtoku musí být průtočný (dva konektory), senzor tlaku bude mít konektor pouze jeden. Ideální senzory nesmí nijak změnit chování modelu. Dosadíme rovnice, které to zajistí - nulový tok u senzoru tlaku a nulový rozdíl tlaku u senzoru průtoku.

## Bonus +1b - Inertance

1. Vytvořte model trubky (odporu), která má kromě odporu ještě vlastnost inertance (setrvačnosti). Inertance je analogií indukčnosti v elektrické doméně a dohromady s odporem bude vypadat nějak takto (R a L jsou parametry):

$$dp = Rq + L \frac{dq}{dt}$$

2. Vyzkoušejte systém dvou kádí, první má hladinu 1m, druhá je prázdná. Propojte je naším odporníkem a nastavte dostatečnou inertanci na to alespoň jednou překmitnout rovnovážnou hladinu v druhé nádrži.
3. Zhodnoťte vliv inertance a její fyzikální význam. Doplněte jednotku inertance.

## Nápověda

Nápovědu a support hledejte na fóru, konzultace objednávejte na [jezekfi1@fel.cvut.cz](mailto:jezekfi1@fel.cvut.cz), dokud jsou ještě horké.

---

<sup>1</sup> S tolerancí 10ml

<sup>2</sup> Nalezněte vhodný přepočet