

Test MOS II – 26. 11. 2014

System

Simulaci jednoduchých tělesných tepelných ztrát budeme řešit jako topení – vodič – prostředí. V návazném modelu zkusíme simulaci řízení ztrát, kde kapilárním průtokem kůží regulujeme její tepelnou vodivost. Vzpomeňte si na systémové analogie a podobnost s jinými doménami.

1. Jednoduché ztráty (8b)

Simulujeme jednoduchý systém: tělo bez jakékoli regulace řízení ztrát. Tělo si bude metabolismem vyrábět stálou energii, o kterou ale bude přicházet ztrátami – je teplovodivě spojen s prostředím o určité teplotě. Zkusíme se pak teleportovat z pokoje do vlažného podzimu.

Vyrobte si bločky

- Prostředí – určuje hodnotu venkovní teploty. Nejprve pokojová, po nějakém čase venkovní.
- Kondukční ztráty – má parametr konduktance, která určuje množství ztrát – dejme si 5. Množství ztraceného tepla odpovídá gradientu teploty.

$$\text{tepelný tok} = \text{konduktance} * \Delta T$$

- Tělo – je jakousi zásobárnou tepla. Teplo z něj může unikat, samo si ho ale vytváří.

$$\text{heatMass} = \int \text{tepelný tok} + \text{vlastní teplo} dt$$

$$\text{heatMass} = \text{Teplota} * \text{hmotnost} * \text{tepelná kapacita}$$

a propojte je vhodným konektorem. Budeme přenášet jejich teplotu (°C) a tepelný tok (J/s). U některých bločků si musíte některé rovnice domyslet.

Hmotnost těla je 70 kg, tepelná kapacita shodná s vodou (4,2 kJ/kg/K), na začátku budeme mít teplotu 37°C a bazální metabolismus 1 800 kCal/den¹. Provedte simulaci pro pokojovou teplotu 25°C, po 15°C.

Jaká má být

- a. teplota prostředí
- b. konduktance pro pokojovou teplotu
- c. konduktance pro venkovní teplotu

aby se tělo neochlazovalo, ani nezteplalo? Zhodnoťte výsledky jako komentář na začátek package, případně vypočítejte a demonstруйте na dalším modelu **(+2b!)²**.

Poznámka: Jelikož se pohybujeme v jednotkách vteřin, celkové změny teploty nebudou příliš velké. Nicméně všimněte si trendů růstu / klesání, jde o jednoduchý model.

Hodnocení:

- Za každý bloček, který je správně: 1b, celkem 3b.
- Model lze simulovat jako celek: 1b
- Správné hodnoty parametrů: 2b
- Simulace dává smysluplné výsledky: 2b

¹ Pro pomalejší: **Pozor na jednotky!!!** V jakých jednotkách máte zbytek modelu?

Pro méně chápavé: 1 cal = 4.1855 Joule, mělo by to vycházet v řádech 10¹ J

Pro nechápavé: 10 J < x < 100 J

² Pro pokročilé: pohrajte si s kauzalitou – můžeme definovat konektor jako input nebo output, pak ovšem potřebujeme jiný počet rovnic (což právě chceme)

2. Řízené ztráty (2b)

Nyní přidáme možnost regulace tepelných ztrát. Tyto ztráty budou přes kůži, k níž je regulovaný přítok krve (v podstatě jde o řízenou konduktanci). Čili připojíme tělo ke krvi, tu ke kůži a ta bude zas konduktivními ztrátami připojena k vnějšímu prostředí. Z tělního jádra si vezmeme teplotu pro regulátor, výstup regulátoru bude řídit proud krve v modelu cévního zásobení.

Čili potřebujeme přidat bločky:

- Kůže – je stejně zásobárnou tepla stejně jako kůže, ale nemá vlastní zdroj tepla.
- Cévní zásobení – tepelný tok je dán gradientem teploty, proudem kapaliny a její tepelnou kapacitou:

$$\text{tepelný tok} = \text{tok kapaliny} * \text{tepelná kapacita} * \Delta T$$

- Regulátor – má na výstupu rozdíl teploty tělního jádra a referenční hodnoty (37°C) krát nějaká konstanta (pro začátek 1, můžete pak zkusit zvýšit a přidat i integrační složku řízení).

Opět i zde si musíte některé rovnice domyslet sami. Hmotnost kůže dejte na 10 kg, vlastní tělo bude tedy nyní vážit jen 60 kg, její tepelnou kapacitu stejně jako tepelnou kapacitu krve aproximujeme vodou, čili 4,2 kJ/kg/K. Změňte hodnotu konduktance na 10 (tj. svlíkneme i triko) a pozorujte dlouhodobý pobyt venku.

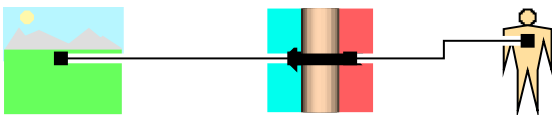
Hodnocení:

- Všechny bločky správně – 1b
- Simulace dává smysluplné výsledky – 1b

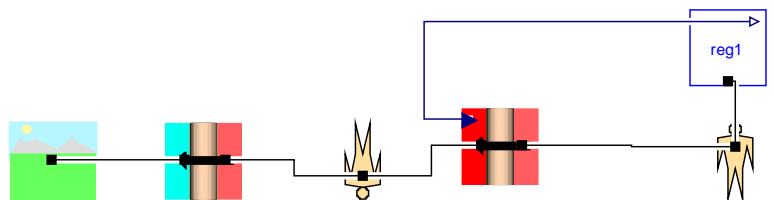
3. Bonus +2b

V modelu pracujeme se základní časovou jednotkou 1s. Změňte model tak, aby základní jednotkou byla 1 minuta. (+1b za každý ze dvou systémů).

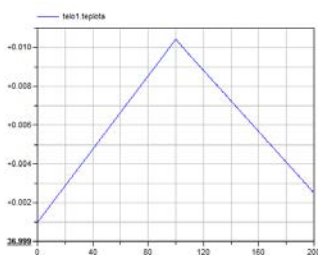
4. Očekávané výsledky



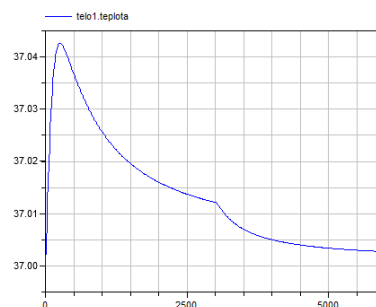
Obrázek 1: Schéma zapojení modelu jednoduchých ztrát



Obrázek 2: Schéma zapojení modelu řízených ztrát. Všimněte si využití vhodně parametrizovaného objektu tělo pro funkci kůže a modifikaci modelu konduktivních ztrát v cévní zásobení.



Obrázek 3: Očekávaný výsledek modelu jednoduchých ztrát



Obrázek 4: Očekávaný výsledek modelu řízených ztrát, při skoku teplot z 25 na 15 v čase 3000 s