

Test MOS II – 30.11.2011

System

Simulace tělesných tepelných ztrát a řízení ztrát.

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 si pak vyjít 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 1. Množství ztraceného tepla odpovídá gradientu teploty.

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

- Tělo – je jakousi zásobárnou tepla. Teplo z něj může unikát, 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 (4,200 kJ/kg/K), na začátku budeme mít teplotu 37°C a bazální metabolismus 1800 kCal/den (= 21 J/s). Provedte simulaci pro pokojovou teplotu 25°C, po 15°C.

Jaká má být

- a. teplota prostředí
- b. konduktance

aby se tělo neochlazovalo, ani nezteplalo? Zhodnoťte výsledky do anotace modelu, případně demonstруйте na dalším modelu. (Hint pro pokročilý: pohrajte si s kauzalitou – můžeme definovat konektor jako input nebo output, pak ovšem potřebujeme jiný počet rovnic)

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
- Simulace dává smysluplné výsledky: 2b

- Odpověď na otázky: 2b

2. Řízené ztráty (2b)

Nyní přidáme možnost regulace tepelných ztrát. Tyto ztráty budou přes kůži, k níž je regulovaný přítok krve. Čili připojíme tělo ke krvi, tu ke kůži a ta bude zas kondukčními 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 100. Můžete zkusit přidat i integrační složku řízení.

Opět i zde si musíte některé rovnice domyslet sami. Hmotnost kůže dejte na 20 kg, vlastní tělo bude tedy nyní vážit jen 50 kg, její tepelnou kapacitu stejně jako tepelnou kapacitu krve aproximujeme vodou, čili 4200 J/kg/K. Změňte hodnotu konduktance na 10 (tj. svlíknem i triko) a pozorujte dlouhodobý pobyt venku.

Hodnocení:

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

3. Bonus

V tomto modelu pracujeme se základní časovou jednotkou 1s. Změňte model tak, aby základní jednotkou byla minuta. (+1bb)

Domácí úloha

Co nestihnete v testu, doděláte doma jako domácí úlohu. Zpráva je samozřejmostí.