



ČESKÉ  
VYSOKÉ  
UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA  
STROJNÍ

ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ

# MĚŘENÍ A MODELOVÁNÍ PROVOZNÍHO CHOVÁNÍ OTOPNÝCH TĚLES

Školení topenářů 2018 Plzeň

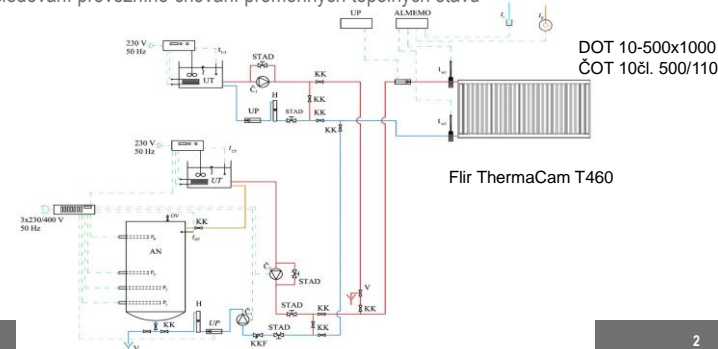
14. - 15. 3. 2018

Ing. Jindřich Boháč, Ing. Jan Šulc a Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

## Měřicí trať

ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ

- Lze dosáhnout (kvazi)skokové změny teploty i průtoku ve směšovací bodě
- Znalost hodnoty doby dopravního zpoždění,...
- Možnost sledování provozního chování proměnných tepelných stavů



## Stavy měření



Sledován průběh střední povrchové teploty OT při různých, skokově měněných, vstupních teplotách (50 °C, 60 °C a 75 °C a dále chladnutí)

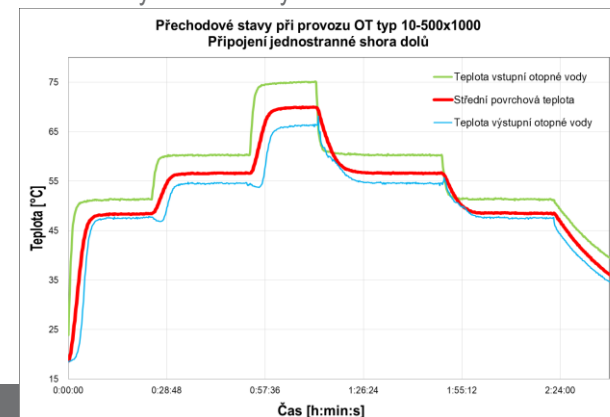
Nejprve s konstantním průtokem odpovídajícím jmenovitým podmínkám a následně s průtokem, který byl měněn pro různé teplotní úrovně (pouze deskové těleso).

3

## Vyhodnocená data - průběhy



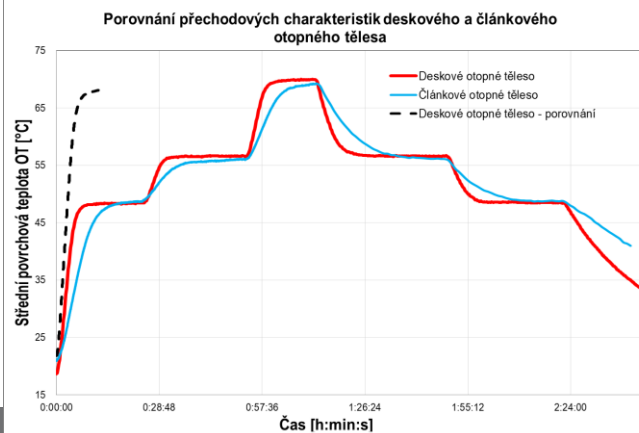
- Pomocí naměřených hodnot byl sestaven diskrétní model



4

## Vyhodnocená data - průběhy

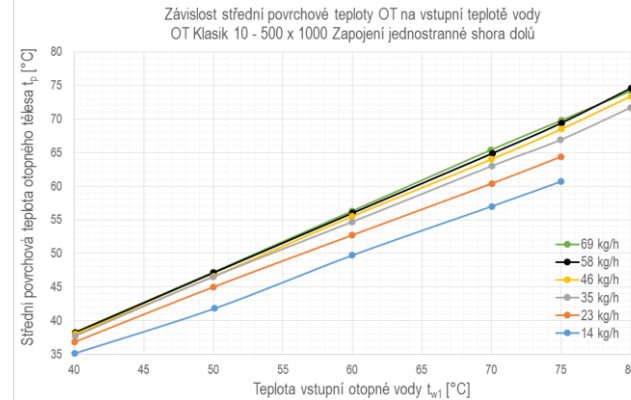
ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ



5

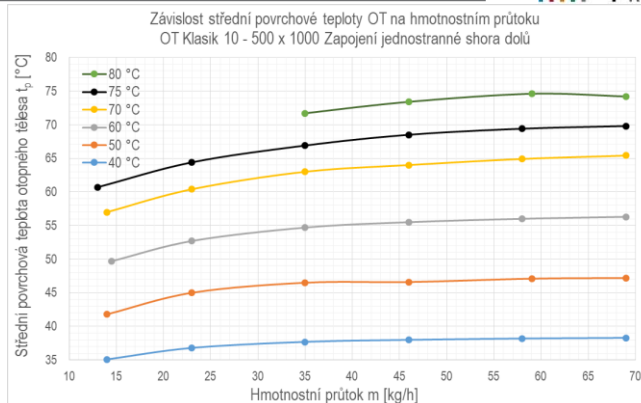
## Vyhodnocená data – statická char.

ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ



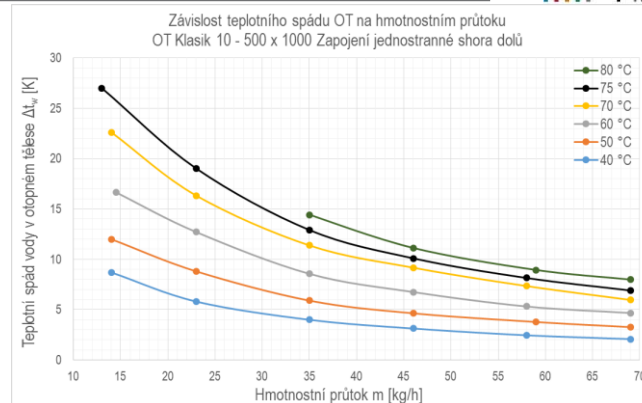
6

## Vyhodnocená data – statická char.



7

## Vyhodnocená data – statická char.



8

## Doporučení



- ❑ Cílem je linearizace vazby regulátor – regulovaná veličina, především u kvantitativní regulace tepelného výkonu otopných ploch
- ❑ Z tohoto pohledu je na základě rozboru výše uvedených hodnot výhodná nízká teplota vstupní otopné vody v kombinaci v vyšším teplotním spádem na otopném tělese
- ❑ tj. cca  $t_{w1} = 50\text{ °C}$  a teplotní spád 15 K (a více?)
- ❑ Vybízí k použití nízkoteplotních technologií...

9

## Diskrétní black-box model



- ❑ Dynamický systém lze popsat rovnicí

$$t_p(k+1) = a \cdot t_p(k) + b \cdot t_{w1}(k)$$

$t_p(k)$  vyjadřuje střední povrchovou teplotu tělesa v čase  $k$

$t_{w1}(k)$  je teplota vstupní otopné vody v čase  $k$

$a$  je parametr udávající konstantu chladnutí otopného tělesa

$b$  je parametr udávající vliv teploty vstupní otopné vody na střední povrchovou teplotu tělesa.

Vzorkovací perioda je 10 s.

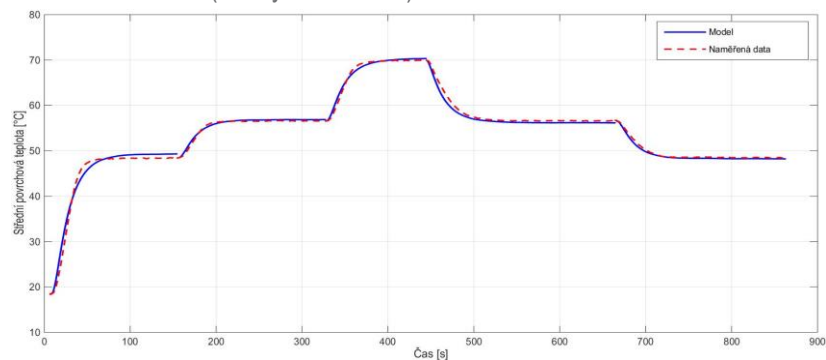
Identifikace diskretního dynamického modelu byla provedena pomocí **identifikace ARX modelu**. Metoda spočívající v minimalizaci střední kvadratické odchylky odhadované střední povrchové teploty  $t_p(k)$  od reálně změřené teploty.

10

## Diskrétní black-box model

ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ

□ Model 1. řádu (odchylka do 1 °C)



11

ČESKÉ  
VYSOKÉ  
UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA  
STROJNÍ

ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ

# Děkuji za pozornost

