



**KONTAKT 2011**



# ***Tvorba modelů a prediktivní řízení budov***

***Autor: Bc. Eva Žáčková (zacekeva@fel.cvut.cz)***

***Vedoucí: Ing. Samuel Prívora (privasam@fel.cvut.cz)***

# ***Tvorba modelů a prediktivní řízení budov***

## **Motivácia**

- Zníženie nákladov na vykurovanie
- Klasické metódy – nereagujú na náhle zmeny počasia
- MPC – zohľadňuje požiadavky na riadenie a obmedzenia, potreba modelu



## **Ciele**

- Model s dobrými predikčnými vlastnosťami
- Návrh a implementácia MPC

## **Riadený objekt**

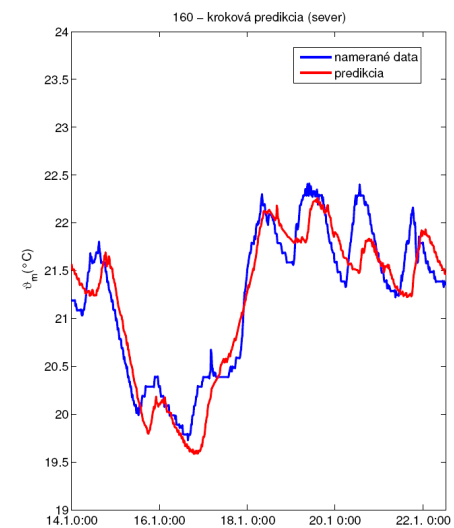
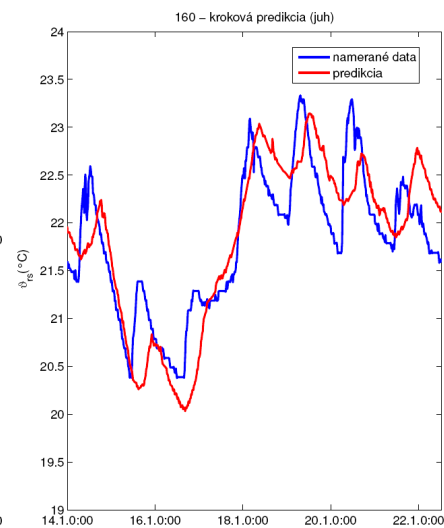
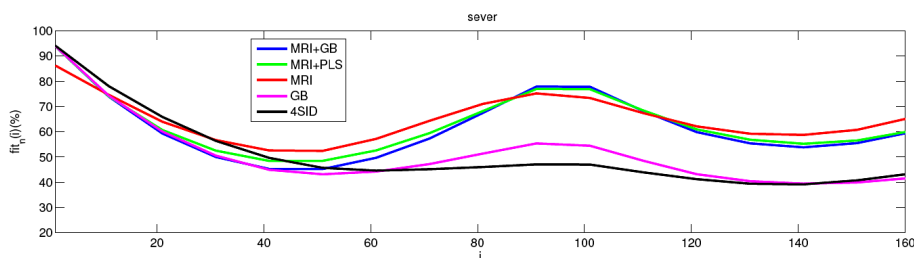
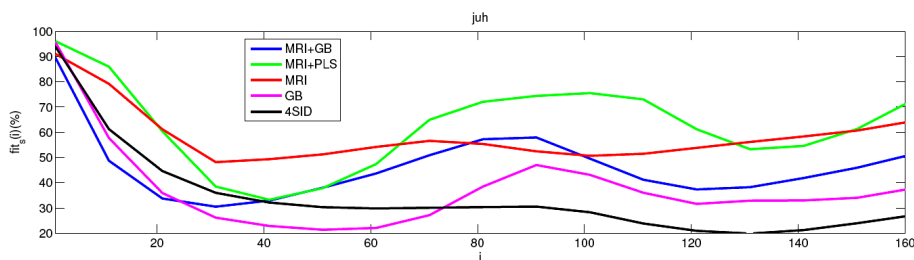
(monoblok ČVUT Dejvice)



# Tvorba modelů a prediktivní řízení budov

## Identifikácia

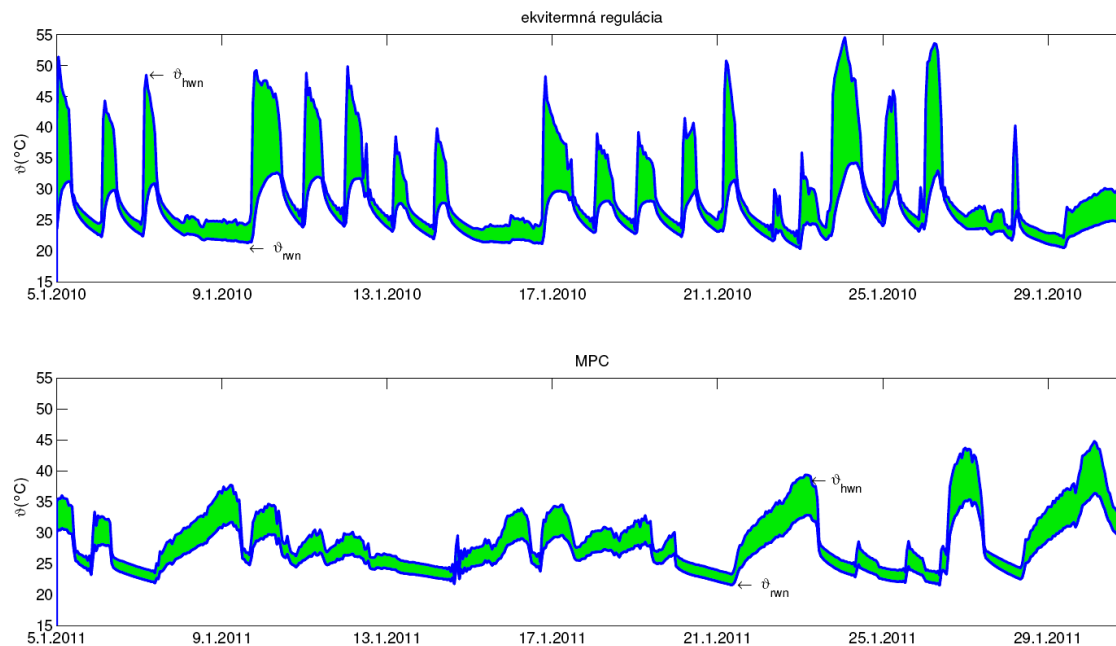
- Klasické metódy
- MRI – minimalizuje viackrokovú predikčnú chybu
  - Klasická MRI
  - MRI+GB – rešpektuje fyzikálnu štruktúru
  - MRI+PLS – kombinácia s čiastočnou lineárnou regresiou



# ***Tvorba modelů a prediktivní řízení budov***

## **Riadenie**

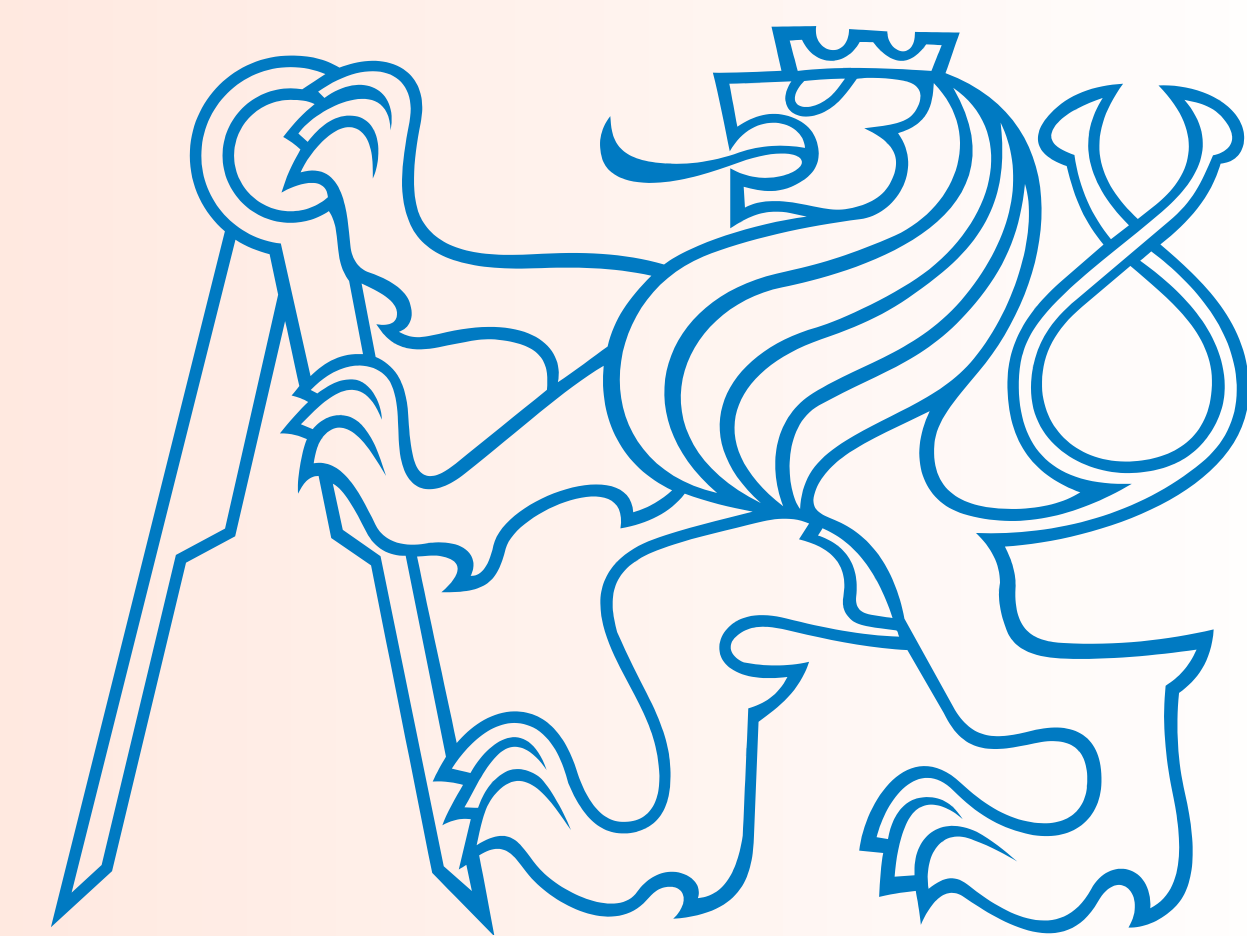
- Zone MPC
- Kritérium váži nedokúrenie a vynaloženú energiu
- Predikčný horizont – 2 dni



- **Relatívne úspory – 27%**



# Tvorba modelů a prediktivní řízení budov



**Autor: Bc. Eva Žáčková (zacekeva@fel.cvut.cz)**  
**Vedúci: Ing. Samuel Prívára (privasam@fel.cvut.cz)**

## Motivácia

- spotreba energie v budovách - 20 – 40% celkovej spotreby (z toho asi polovica predstavuje náklady na vykurovanie a klimatizáciu)

### Klasické metódy vykurovania

- nie sú schopné reagovať na náhle zmeny počasia
- nezohľadňujú požiadavky na riadenie

### MPC (Model Predictive Control)

- problém efektívneho vykurovania formulovaný ako optimalizačná úloha
- berie do úvahy predpoveď počasia
- potrebuje model systému s dobrými predikčnými vlastnosťami

## Identifikačné metódy

### MPC cenová funkcia

- samotné MPC minimalizuje len 
$$\sum_{k=1}^{N-P} \sum_{i=1}^P (y_{ref}(k+i) - \hat{y}(k+i|k))^2$$
- úlohou správne navrhnutého identifikačného algoritmu je minimalizovať viackrokovú chybu predikcie 
$$\sum_{k=1}^{N-P} \sum_{i=1}^P (y(k+i) - \hat{y}(k+i|k))^2$$

### Klasické identifikačné metódy

- minimalizujú jednokrokovú chybu predikcie 
$$\sum_{k=1}^{N-1} (y(k+1) - \hat{y}(k+1|k))^2$$
- lineárna regresia

### MRI (MPC Relevant Identification)

- minimalizujú viackrokovú chybu predikcie
- úloha nelineárnej optimalizácie
- poskytujú modely vhodné pre použitie s MPC

## MRI

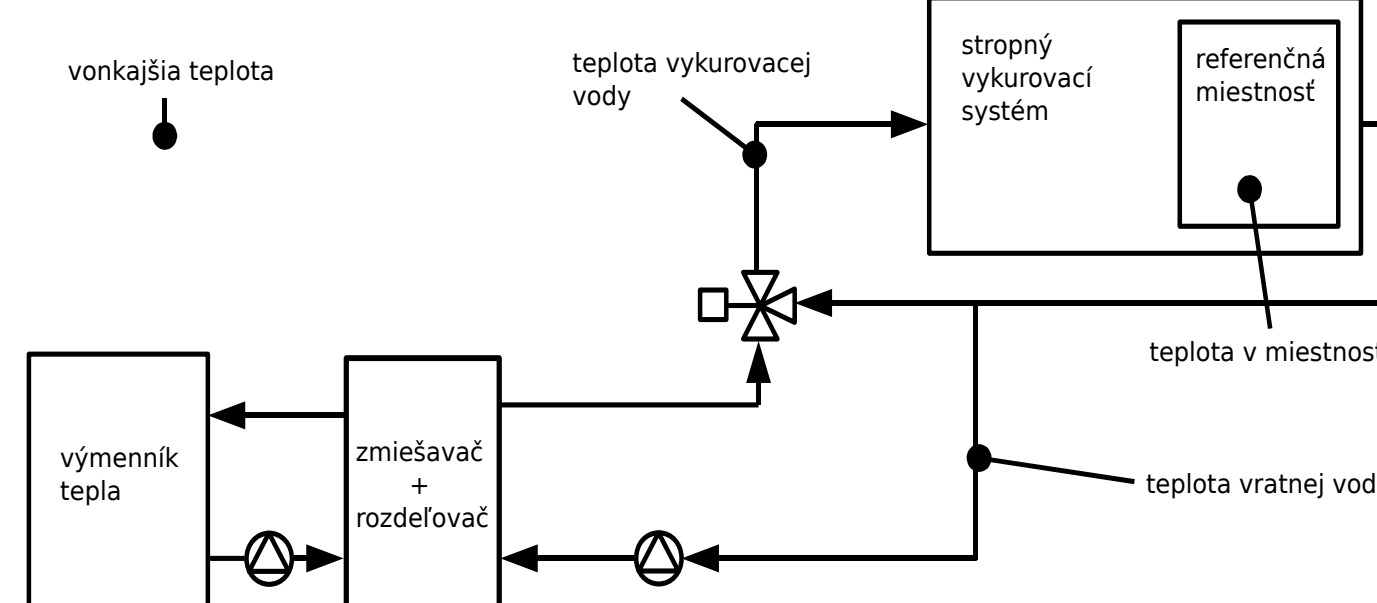
- použité rôzne modifikácie MRI:
- klasická MRI identifikácia
- **MRI+GB** - MRI identifikácia rešpektujúca fyzikálnu štruktúru (riešené ako nelineárna optimalizácia s obmedzením)
- **MRI+PLS** - kombinácia MRI a čiastočnej lineárnej regresie

## Popis riadeného systému

- budova ČVUT v Praze



- stropný systém vykurovania „Critall“



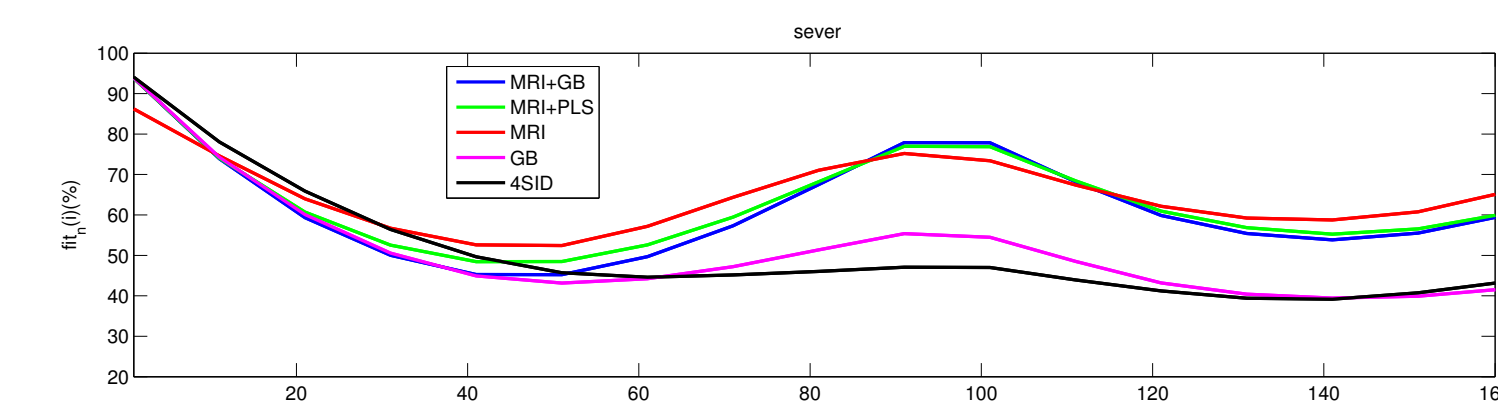
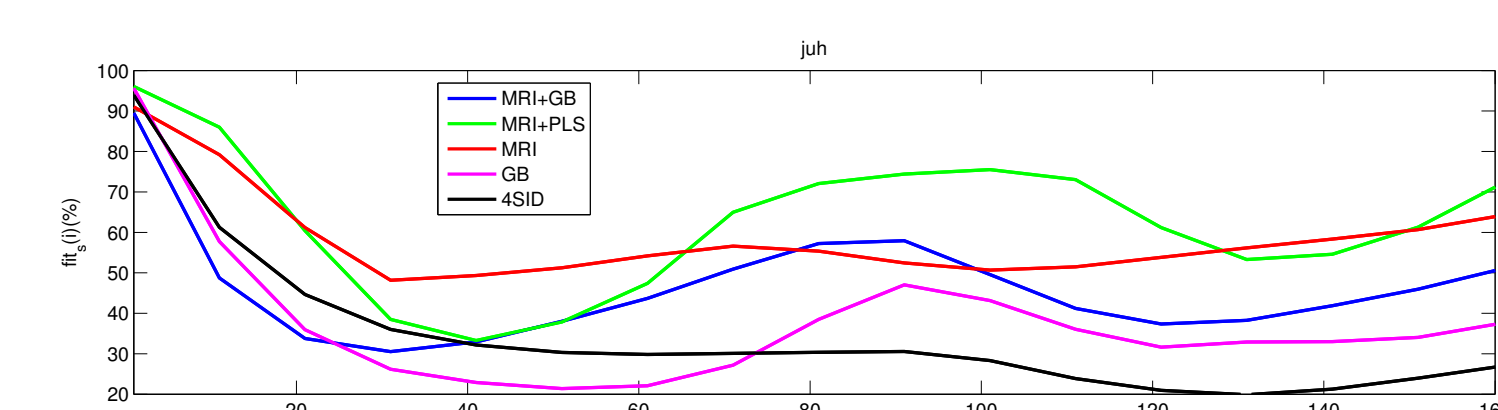
- testovaný blok s dvoma vykurovacími okruhmi
- vstupy systému: vonkajšia teplota ( $\vartheta_o$ ), teploty vykurovacej vody ( $\vartheta_{hws}, \vartheta_{hwn}$ )
- výstupy systému: teploty v miestnostiach ( $\vartheta_{rs}, \vartheta_{rn}$ ), teploty vratnej vody ( $\vartheta_{rws}, \vartheta_{rwn}$ )

## MPC

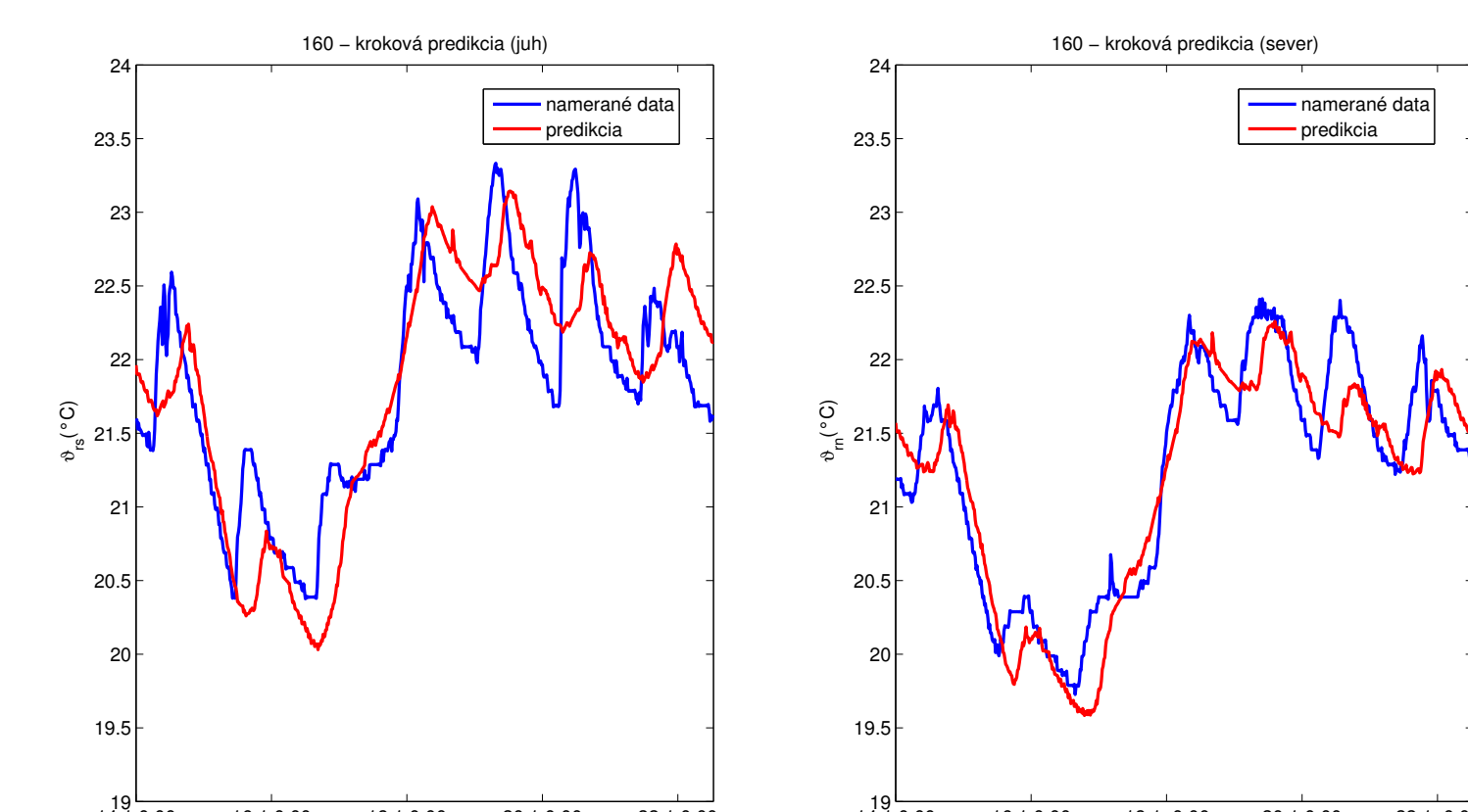
- použité Zone MPC
- kritérium váži nedokúrenie a vynaloženú energiu ( $\vartheta_{hws} - \vartheta_{rws}, \vartheta_{hwn} - \vartheta_{rwn}$ )
- predikčný horizont  $P = 160$  (2 dni pri vzorkovacej perióde 18 min)

## Výsledky - Identifikácia

- použité boli identifikačné metódy založené na Greybox modelovaní, subspace a rôzne modifikácie MRI identifikácie
- porovnanie fitfaktorov identifikovaných modelov

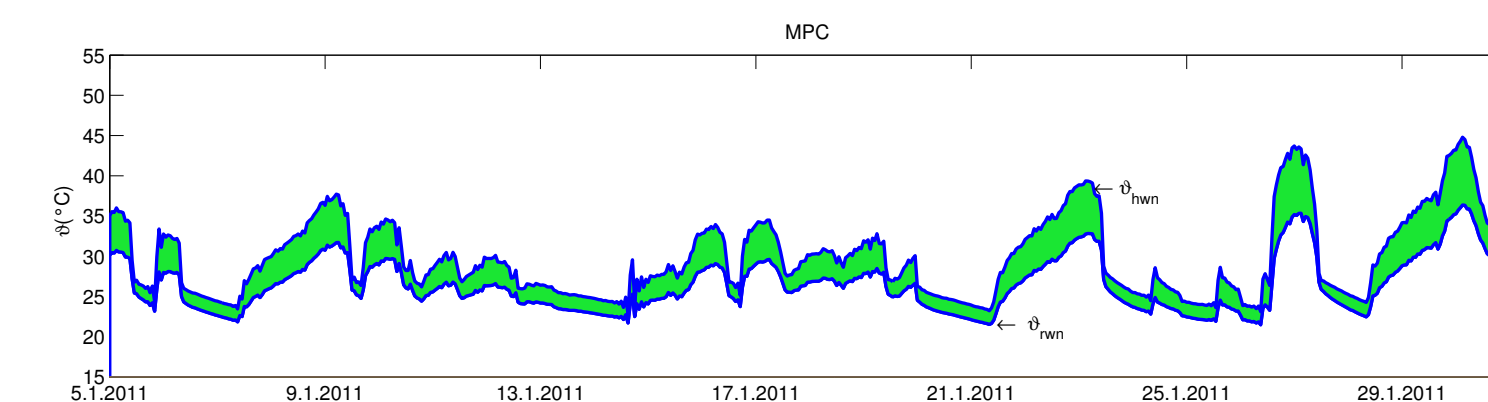
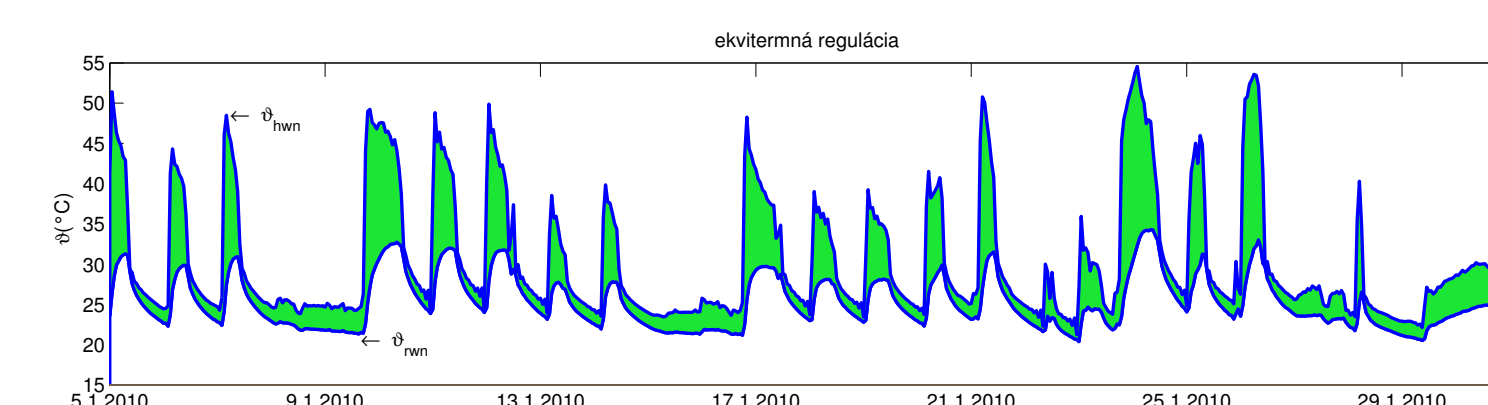


- 160-krokové predikcie vybraného modelu (MRI+GB)



## Výsledky - MPC

- pre MPC použitý model získaný MRI identifikáciou s obmedzením
- porovnanie klasickej ekvitermnej regulácie a MPC (severný vykurovací okruh)



- podľa porovnania spotreby energie vztiahnutej na vonkajšiu teplotu sú relatívne úspory MPC **27%**

