FAKULTA MECHATRONIKY

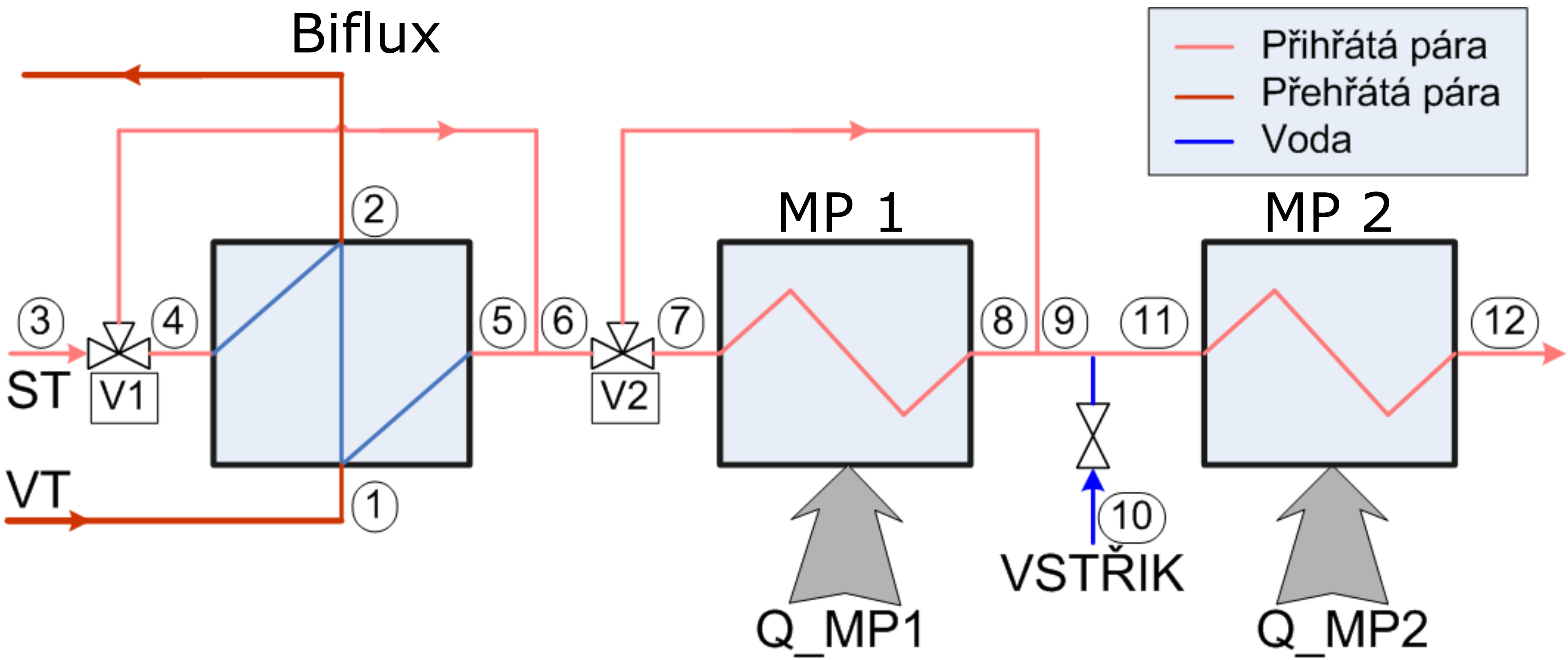
A MEZIOBOROVÝCH INŽENÝRSKÝCH STUDIÍ

Dílčí cíl V302: Pokročilé algoritmy řízení pro zvýšení efektivity provozu elektrárenského bloku a minimalizaci ekologických dopadů.

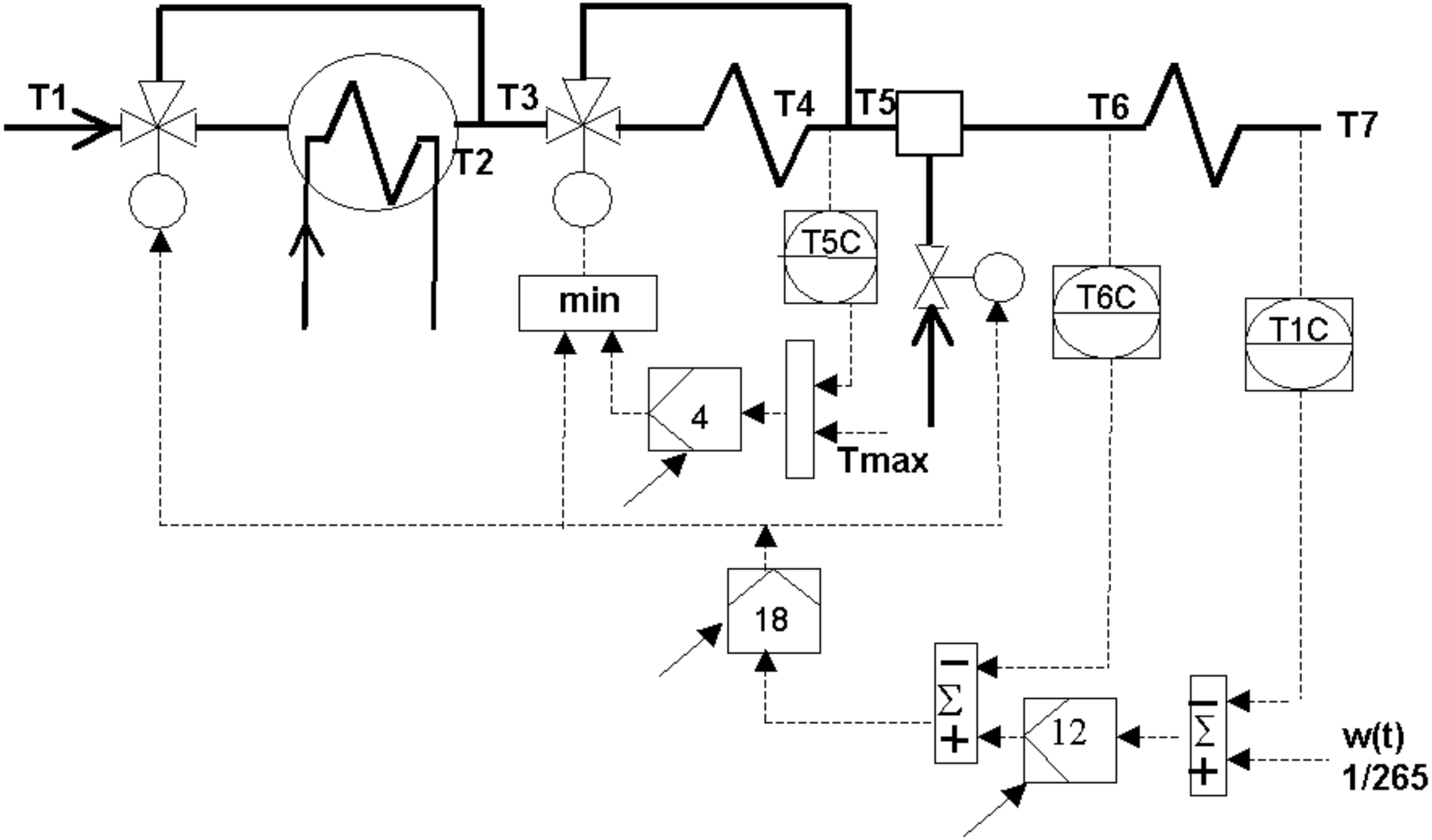
J.Hlava

TU v Liberci, Fakulta mechatroniky

Základní blokové schéma (přihřev páry)



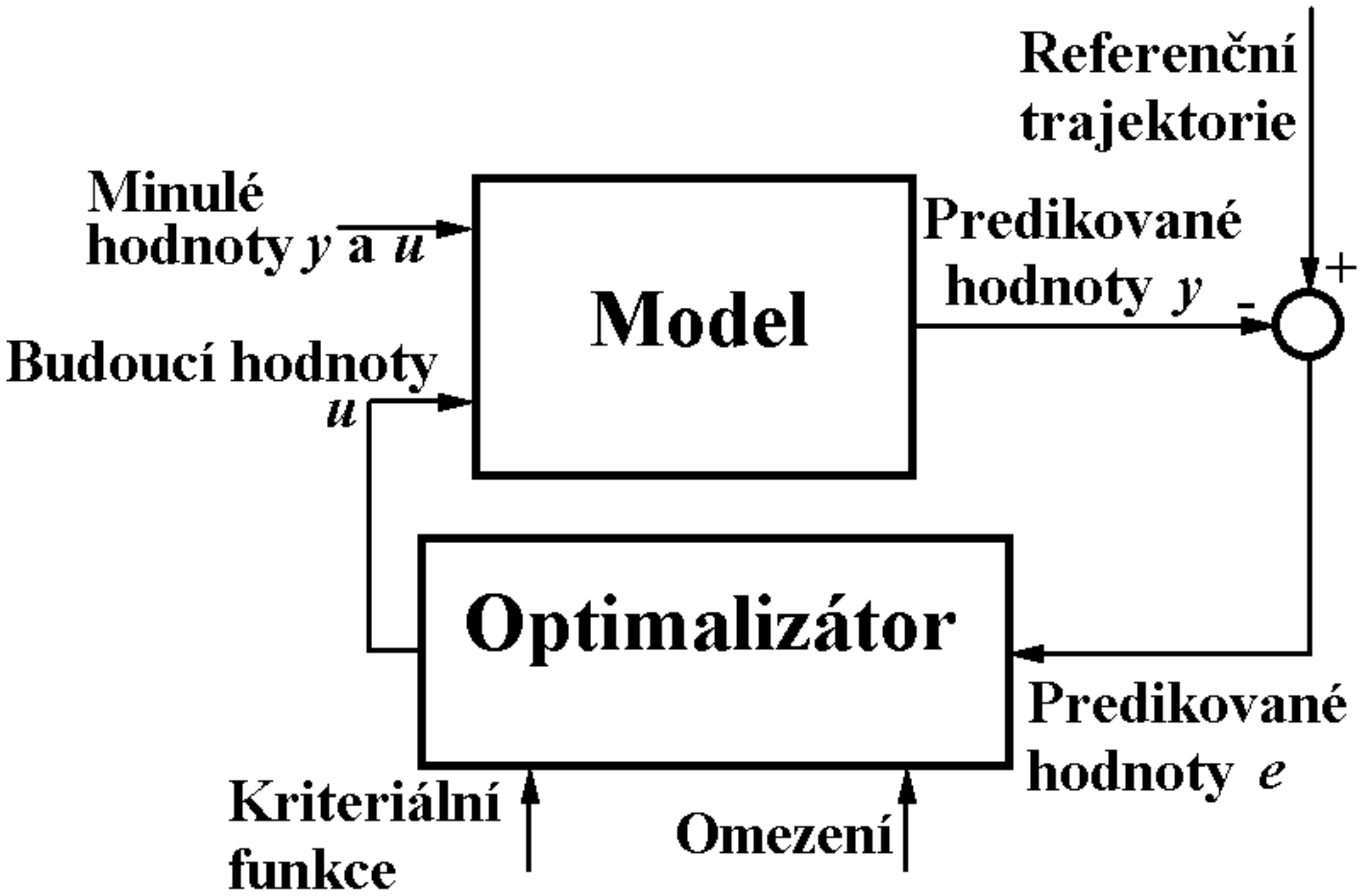
Blokové schéma stávajícího regulačního obvodu



Stávající regulační systém:

- Kaskáda 2 PI regulátorů s proměnnými parametry a limity výstupu (Master: regulátor teploty za výstupním přihřívákem T7, Slave: regulátor teploty páry za vstřikem T6)
- PID regulátor, který zabezpečuje , aby teplota za prvním přihřívákem nepřekročila stanovené maximum
- Doplněno o dopředné kompenzátory a o obvod pro zadávání žádané hodnoty. Jeho úkolem je mj. i zajistit, aby se teplota za výstupním přihřívákem při změnách žádané hodnoty neměnila rychleji než je stanovená mez (ta je navíc závislá na provozním stavu bloku).

Prediktivní řízení založené na modelu (MPC - Model Predictive Control)



V každém okamžiku vzorkování je řešena optimalizační úloha a je prováděn výpočet akční veličiny v rámci uvažovaného **horizontu řízení** N_u $u(k) = u(k|k), u(k+1|k), u(k+2|k), ..., u(k+N_u-1|k)$

při tom se předpokládá $u(k+p|k) = u(k+N_u-1|k)$ pro $p \geq N_u$

Výpočet akční veličiny je založen na minimalizaci rozdílů mezi predikovanými hodnotami regulované veličiny a budoucím průběhem žádané hodnoty $w(k+p|k)$ rámci horizontu predikce N ($p=1,2,..N$)

Z vypočtené posloupnosti je použito pouze $u(k|k)$ a v dalším kroku se výpočet opakuje.

Základní podoba kritéria

$$J(k) = \sum_{p=N_1}^{N} \left\| w(k+p|k) - y(k+p|k) \right\|^2 + \lambda \sum_{p=0}^{N_u-1} \left\| \Delta u(k+p|k) \right\|^2 \quad \text{kde}\ \lambda \geq 0$$

Optimalizace je řešena numericky jako vázaný extrém s omezujícími podmínkami

Omezení hodnot akčních veličin: $u_{\min} \leq u(k+p|k) \leq u_{\max}, \quad p = 0,1,\dots N_u - 1$

Omezení přírůstků akčních veličin:

$$-\Delta u_{\max} \leq \Delta u(k+p|k) \leq \Delta u_{\max}, \quad p = 0,1,\dots N_u - 1$$

Omezení hodnot regulovaných veličin:

$$y_{\min} \leq y(k+p|k) \leq y_{\max}, \quad p = N_1, N_1 + 1, \dots N$$

Omezení mohou být obecně také proměnná v čase

Nelineární model: dvě možné varianty

nelineární MPC: v principu je možné použít libovolný typ modelu tedy i vytvořený model přihřívání, problémem je dostatečně rychlé a spolehlivé numerické řešení optimalizační úlohy, není to již úloha kvadratického programování

MPC založené na souboru dílčích linearizovaných modelů v podobě po částech lineárního popř. po částech afinního systému

$$\mathbf{x}(k+1) = \mathbf{M}_l \mathbf{x}(k) + \mathbf{N}_l \mathbf{u}(k) + \mathbf{f}_l; \quad \mathbf{y}(k) = \mathbf{c}\mathbf{x}(k)$$

Problém jemného přepínání mezi jednotlivými dílčími MPC regulátory