

M. Srb  
M. Kočárník  
J. Procházka  
D. Stará  
J. Wanner  
D. Vejmelková  
M. Kollár



# On-line stanovení respirační a nitrifikační rychlosti aktivovaného kalu

Rychlý odhad rychlosti biochemických dějů v systému



# Obsah prezentace

1. aktivační proces a jeho parametry
2. OUR, NTR a jejich vlastnosti
3. OUR – metodika a výsledky
4. NTR – metodika a výsledky
5. závěr





# Aktivační proces

## Výhody

- Přirozený proces
- Energetická nenáročnost
- Bez vnosu cizorodých látek

## Nevýhody

- Přirozený proces
- Problémy s řízením
- Řada biologických ukazatelů





# Parametry aktivačního systému

fyzikální

- teplota, tlak, průtok...
- měřitelné v reálném čase

chemické

- koncentrace nutrientů, CHSK...
- nutná lab. analýza, omezeně v reálném čase

biologické

- respirační, nitrifikační rychlost...
- neměřitelné, výpočet z fyzikálních a chemických



# OUR, NTR

## OUR – oxygen uptake rate

- míra rychlosti spotřeby kyslíku
- součet spotřeby kyslíku oxidace org. látek a nitrifikace
- indikátor inhibice



## NTR – nitrogen transformation rate

- rychlost přeměny dusíku
- postihuje nitrifikaci i denitrifikaci
- založena na koncentraci  $\text{NO}_3^-$ , protože nejsou v přítoku -> jednodušší bilance

$$NTR = \frac{d\rho(\text{NO}_3^-)}{dt} + \frac{Q}{V} \rho(\text{NO}_3^-)$$



# Měření OUR

$$\frac{dc}{dt} = (K_L a)'(c_s' - c^+) \cdot \text{OUR}$$

rovnice pro koncentraci kyslíku za současné dodávky a spotřeby

- $K_L a$  – koef. přestupu kyslíku do vody
- $c_s, c^+$  - saturační a aktuální konc. rozpuštěného kyslíku



# Měření OUR

$$\frac{dc}{dt} = (K_L a)'(c'_s - c^+) - OUR$$

Oddělení dodávky a spotřeby kyslíku

fyzicky –  
neustálený  
stav

$$OUR = - \frac{dc}{dt} \quad \text{vypnutí aerace}$$

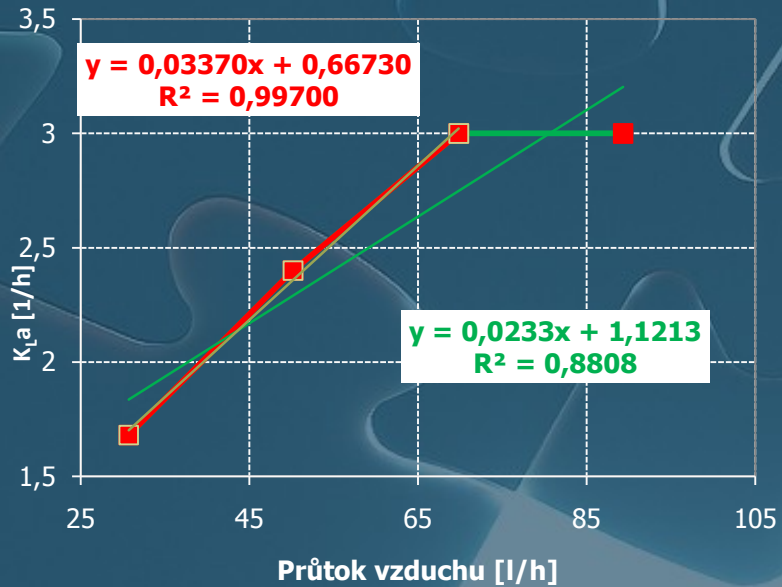
matematicky  
– ustálený  
stav

$$\frac{dc}{dt} = 0 \quad \longrightarrow \quad OUR = (K_L a)'(c'_s - c^+)$$

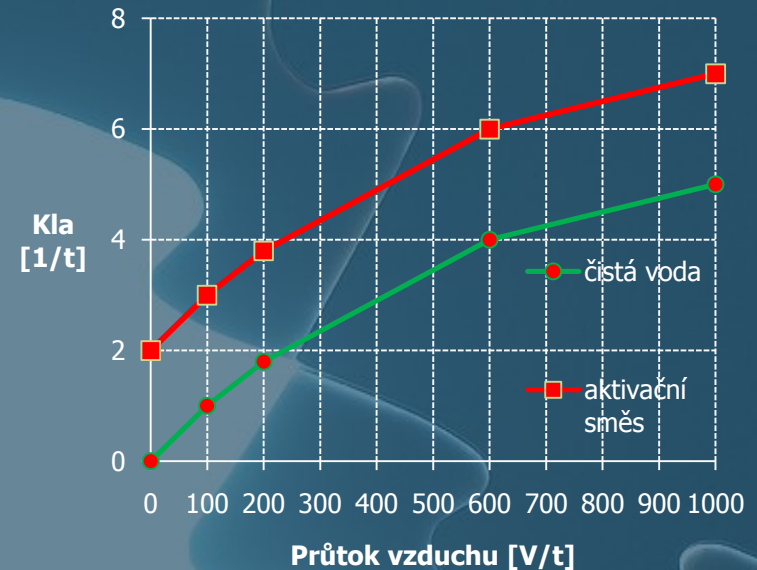
$\longrightarrow$  je potřeba zjistit  $K_L a = f(Q_{\text{air}})$



$$K_L a = f(Q_{\text{air}})$$



Závislost se stanoví měřením  
oxygenační kapacity v čisté  
vodě



Pro odpadní vodu je nutno  
závislost kalibrovat





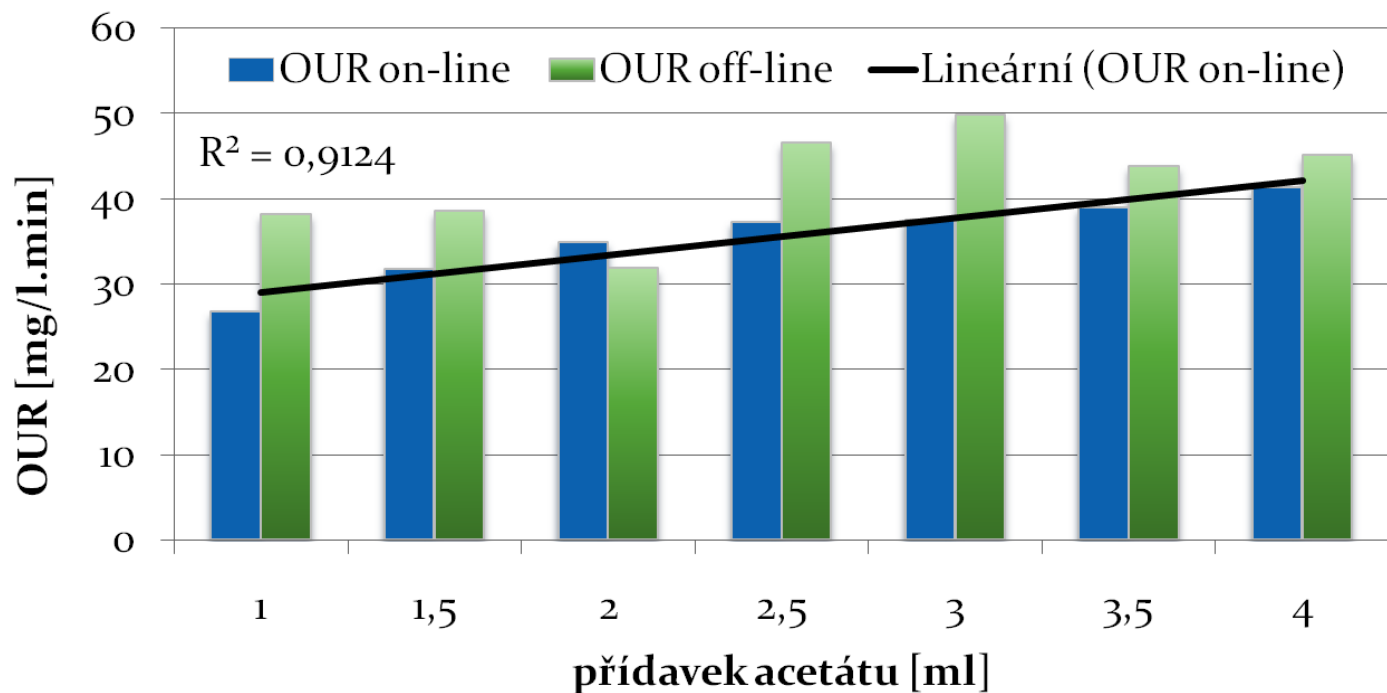
# Aplikace OUR – detekce změny zatížení

- laboratorní model ČOV
- D-N-N
- měření v nádrži N1
- rozpuštěný kyslík měřen technologií LDO

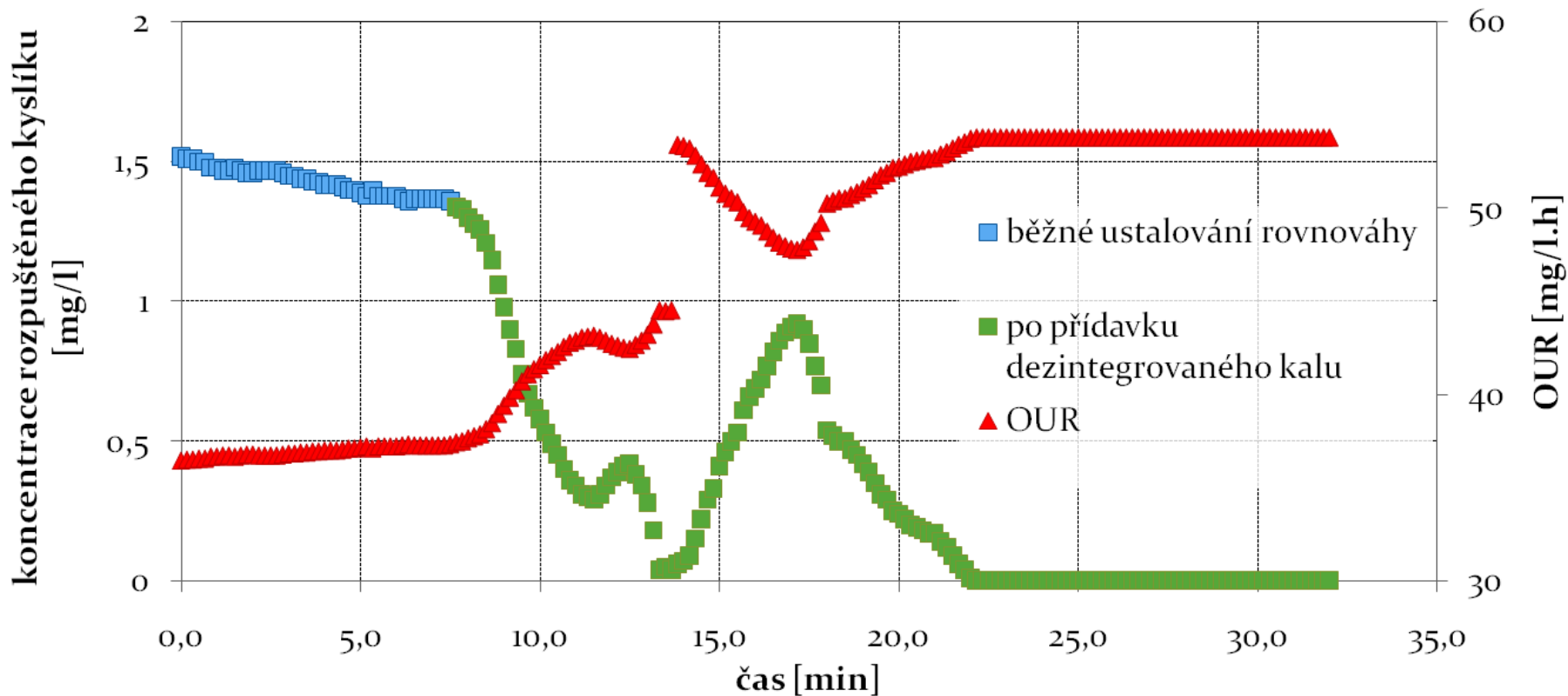




# Aplikace OUR – detekce změny zatížení



# Aplikace OUR – detekce havárie





# Měření NTR - aktuální

- k výpočtu aktuální NTR se dá využít přímo definiční vztah

$$NTR = \frac{d\rho(NO_3^-)}{dt} + \frac{Q}{V} \rho(NO_3^-)$$

- aktuální NTR má přímé využití pro technologické řízení – např. doba fáze v přerušované aeraci
- k měření potřebujeme spolehlivé on-line stanovení  $NO_3^-$  - zde NITRATAX plus SC



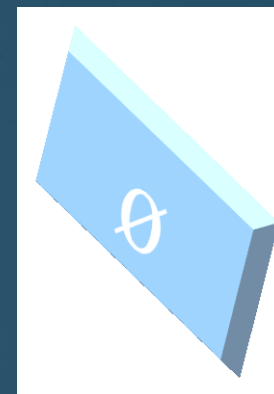


# Měření NTR - průměrná

- průměrná NTR fáze

$$NTR = \frac{\Delta \rho(NO_3^-)}{\Delta t} + \frac{Q}{V} \rho(NO_3^-)$$

- využitelná v dlouhodobém rozhodování  
– př. změna konc. rozp. kyslíku v aktivaci, vliv teploty etc.
- problematické je rozlišení fází pro stanovení mezí difference





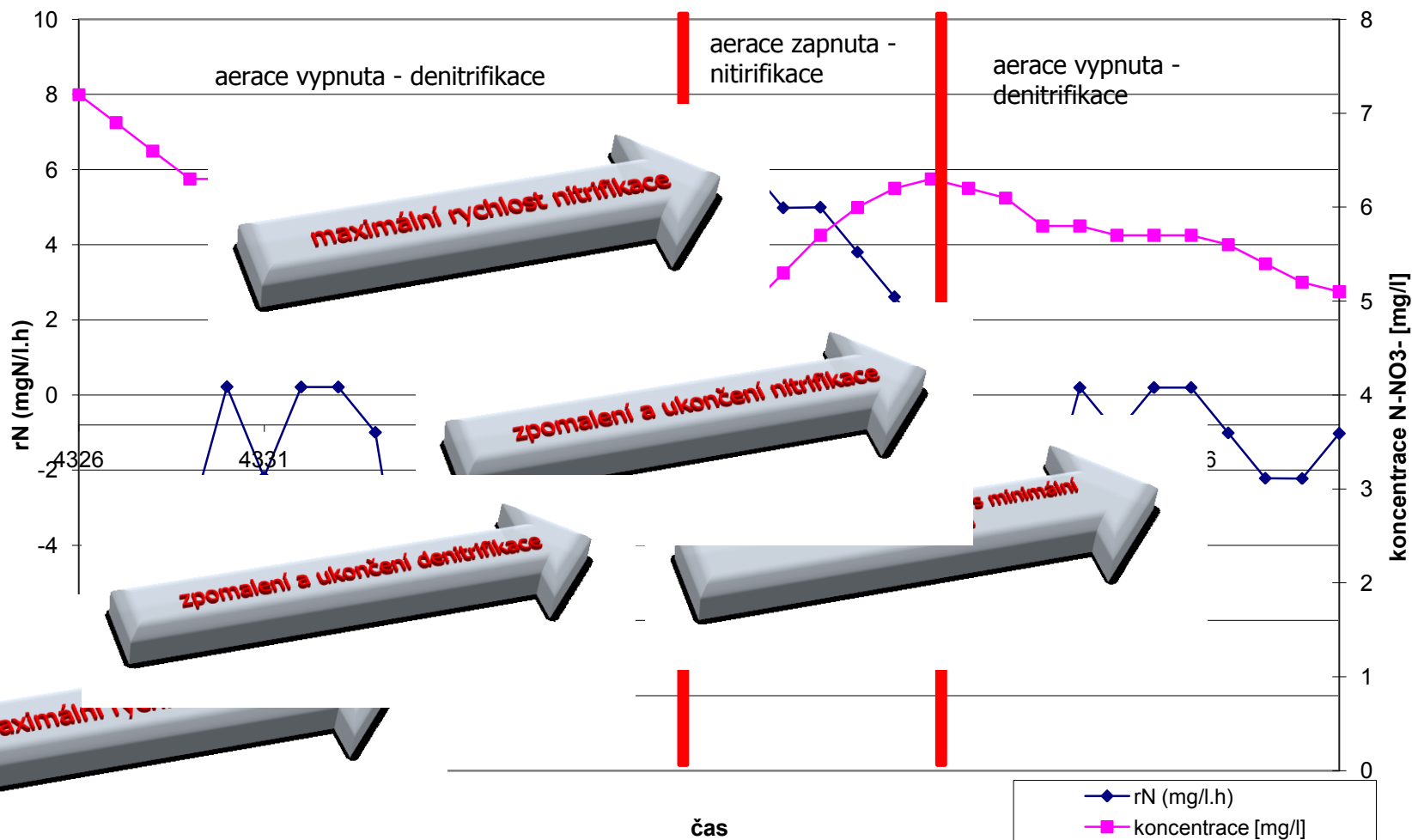
# Měření NTR na ČOV

- na ČOV proveden rozsáhlý monitoring
- kontinuální měření koncentrace  $\text{NO}_3^-$
- aplikace řídicího systému s omezeným rozsahem koncentrací  $\text{NO}_3^-$





# Aplikace měření NTR





# Závěry

## OUR

- je možno vypočítat OUR z naměřené konc. rozp. kyslíku a průtoku vzduchu
- metoda byla úspěšně odzkoušena na modelu ČOV
- je potřeba metodu testovat ve standardních podmínkách

## NTR

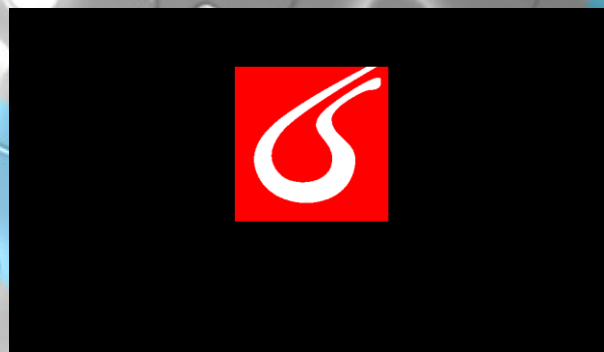
- je možné vypočítat NTR v aktuálním čase a průměr za technologickou fázi
- výsledky mají technologický význam
- je potřeba dále rozvinout matematické zpracování



Za podporu děkujeme:



MŠMT ČR –  
výzkumný záměr  
MSM6046137308



Děkuji za pozornost