

**Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis  
vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody**

## **Získávání dat**

**Metodiky laboratorních testů  
pro popis vlastností  
aktivovaného kalu a odpadní  
vody**

# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## ■ Předběžná fáze

- kompletní technická dokumentace včetně technologických schémat a proudových diagramů
- osobní návštěva ČOV, detailní diskuse s provozním personálem a pořízení kvalitní fotodokumentace pro případ pochybností o uspořádání systému

# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## ■ Fáze získání dat

- rozhodující pro spolehlivost vyvinutého modelu
- nutno získat i **relevantní** historická data o průtoku a složení jednotlivých významných proudů
- historická data jsou často zatížena nepřesnostmi
- provedení vlastních měření, u nás nejčastěji 24-hodinové odběry (příp. 36-hodinové)
- reprezentativní vzorky pro **kinetická měření**

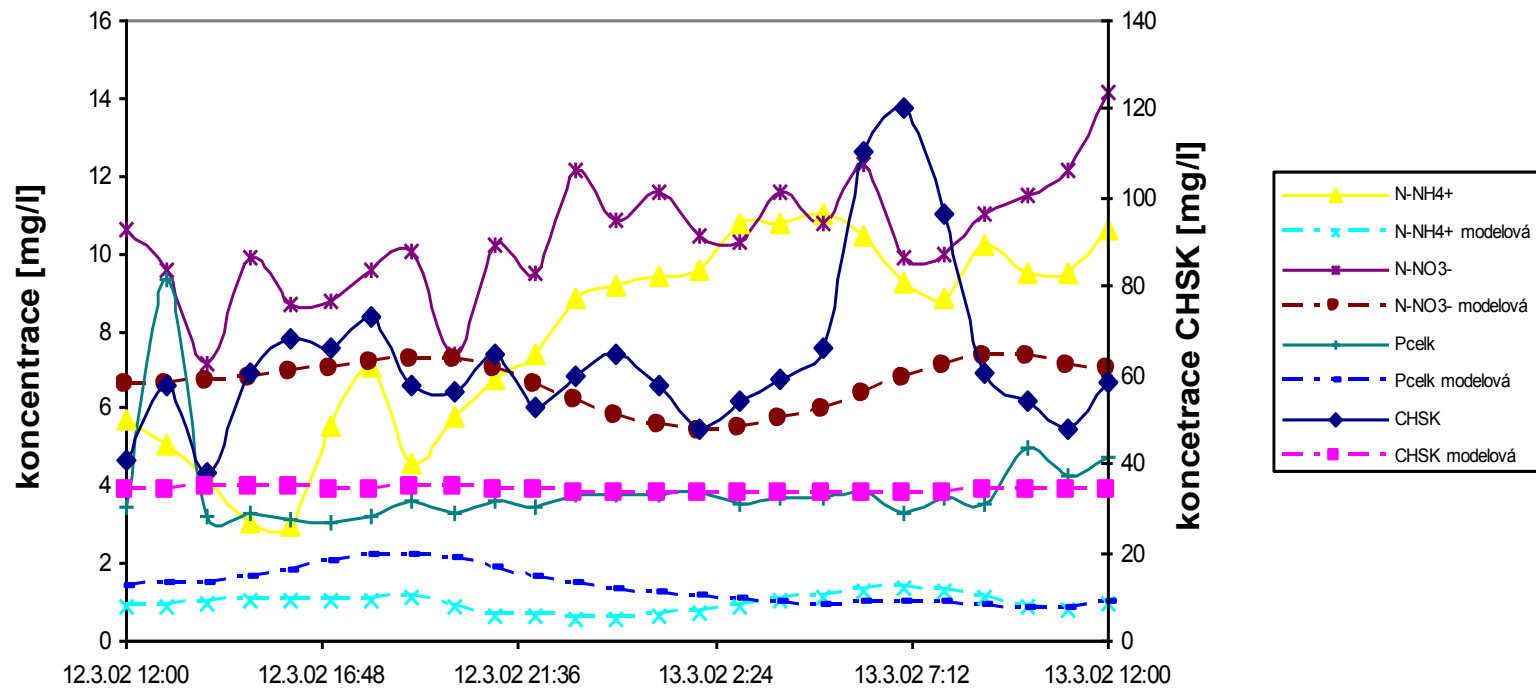
**Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody**

## **24-hodinové sledování ČOV**

- získání podkladů pro dynamickou simulaci
- zjištění koncentračních profilů jednotlivých ukazatelů znečištění
- zjištění kolísání přítoku čištěné OV během dne
- zjištění průběhu denního kolísání teploty

# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

Koncentrace na odtoku z ČOV B



## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

- Aktivovaný kal představuje **funkční polykulturu**, jejíž složení se stabilizuje samovolně podle složení odpadní vody, hydraulického režimu, doby zdržení biomasy a dalších parametrů v reaktoru a v závislosti na kultivačních podmínkách, za kterých je využívána rozhodující většina dostupného substrátu.

## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

- Z hlediska odstraňování složek znečištění odpadních vod jsou pro správnou funkci aktivačního procesu rozhodující následující funkční skupiny mikroorganismů
  - **anoxické a oxické heterotrofní mikroorganismy**
  - **autotrofní mikroorganismy**
  - **polyfosfátakumulující mikroorganismy**

# Celková CHSK

Biologicky  
rozložitelný materiál  
 $CHSK_S$

Biologicky nerozložitelný  
materiál  
 $CHSK_I$

Biomasa

Snadno  
rozložitelná  
frakce  $S_S$   
(rozpuštěný charakter)

Pomalu  
rozložitelná  
frakce  $X_S$

Rozpuštěný  
inert  $S_I$

Partikulovaný  
inert  $X_I$

Frakce  
podléhající  
fermentaci  $S_F$

Pomalu  
hydrolyzovatelná  
frakce  $X_{Sp}$   
(partikule)

Produkty  
fermentace  $S_A$

Rychle  
hydrolyzovatelná  
frakce  $S_H$   
(koloidní charakter)

Heterotrofní  
 $X_{HET}$

P-akumulující  
 $X_{PAO}$

Autotrofní  
 $X_{AUF}$



# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Frakcionace odpadní vody

- ve vzorku odpadní vody je stanovena  $CHSK_{nefiltr}$ ,  $CHSK_{filtr}$
- filtrace přes  $0.45 \mu m$
- ve dvou válcích jsou vzorky filtrované a nefiltrované vody provzdušňovány
- po určité době (cca 1 měsíc) jsou opět stanoveny koncentrace filtrované a nefiltrované  $CHSK$  v obou vzorcích

# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody



$$\text{CHSK}_{\text{celk}} = S_S + S_I + X_S + X_I$$

$$S_S = \text{CHSK}_{f,\text{zač}} - \text{CHSK}_{f,\text{kon}}$$

$$S_I = \text{CHSK}_{f,\text{kon}}$$

$$X_I = \text{CHSK}_{n,\text{kon}} - \text{CHSK}_{f,\text{kon}}$$

$$X_S = \text{CHSK}_{n,\text{zač}} - S_I - X_I - S_S$$

## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

- Mamais 1993
- 100 ml OV
- 1ml  $\text{ZnSO}_4$  (100g/l)
- pH 10,5 (6M NaOH)
- 0,45  $\mu\text{m}$  synpor
- rychlá a levná metoda



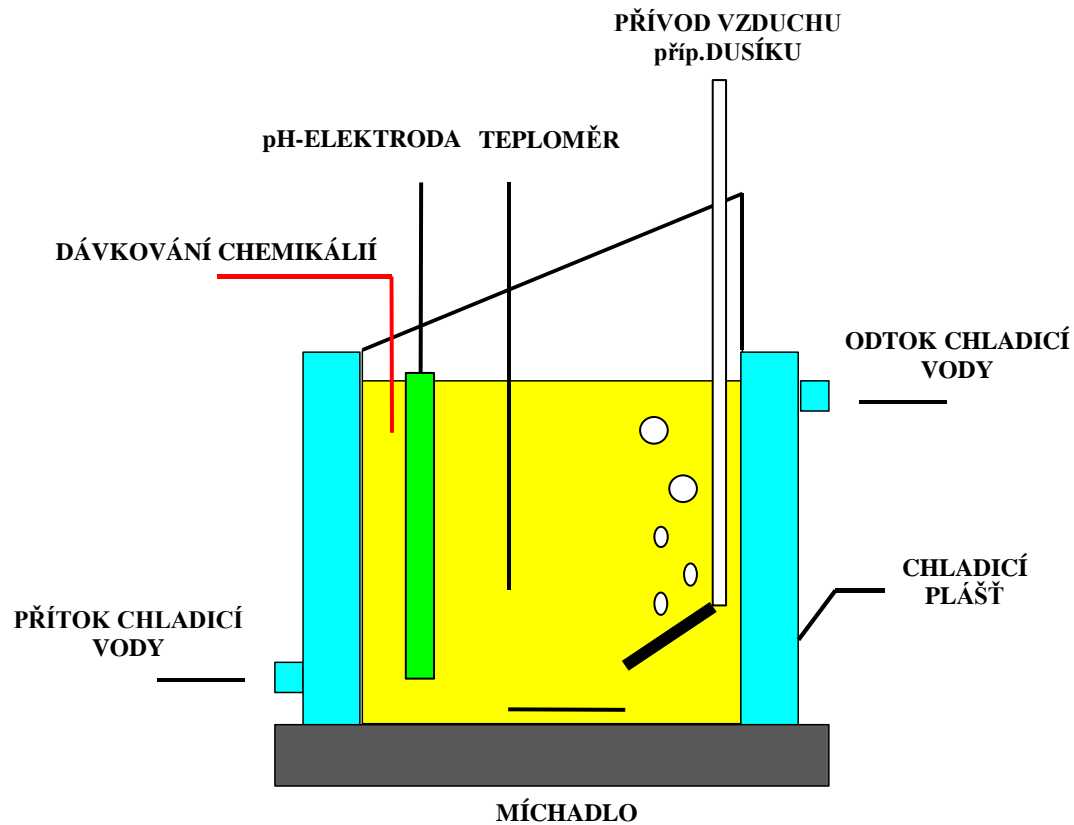
## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

### Jednorázové kinetické testy

- složení AK se stabilizuje samovolně podle OV, hydraulického režimu, doby zdržení aj. → funkční skupiny mikroorganismů (anox. a ox. organotrofové, litotrofové, poly-P) rozhodují o odstraňování znečištění
- aktivita funkčních skupin se stanovuje jako rychlost odstraňování substrátu ve specifických podmínkách

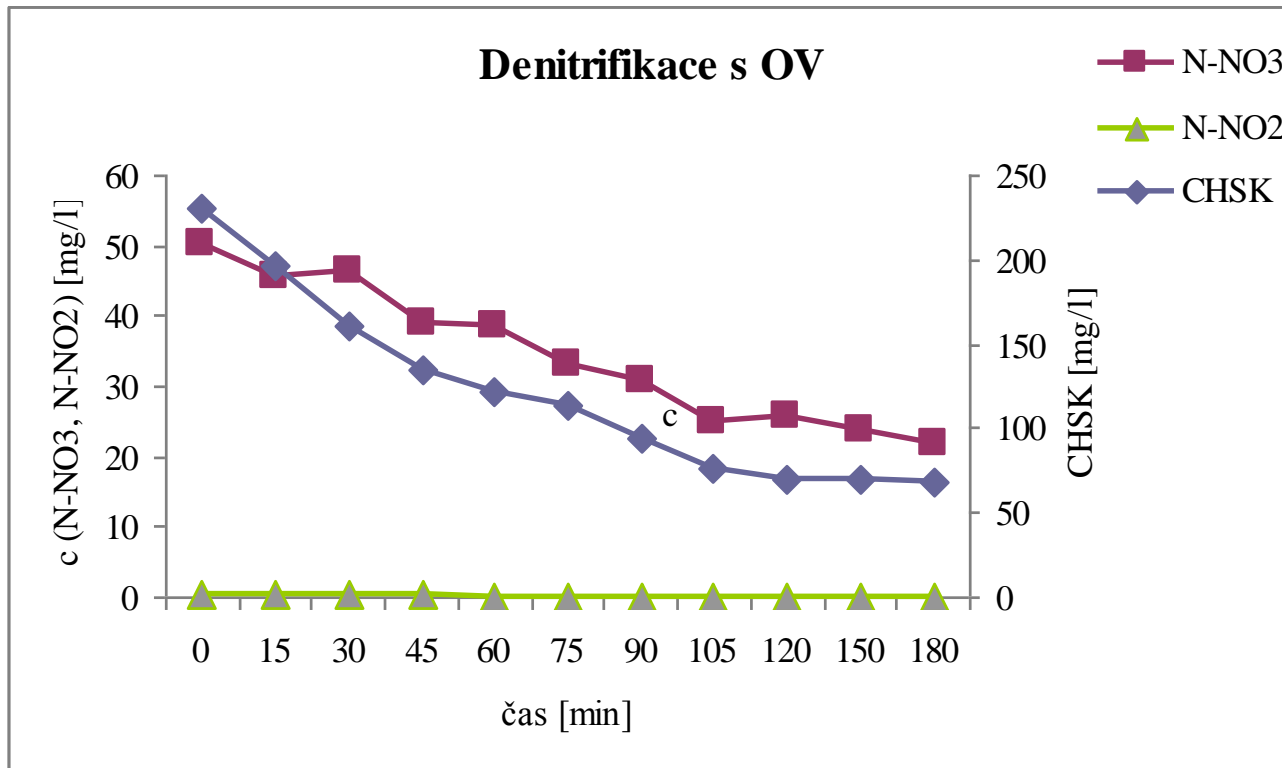
# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Schéma cely pro kinetické „batch“ testy



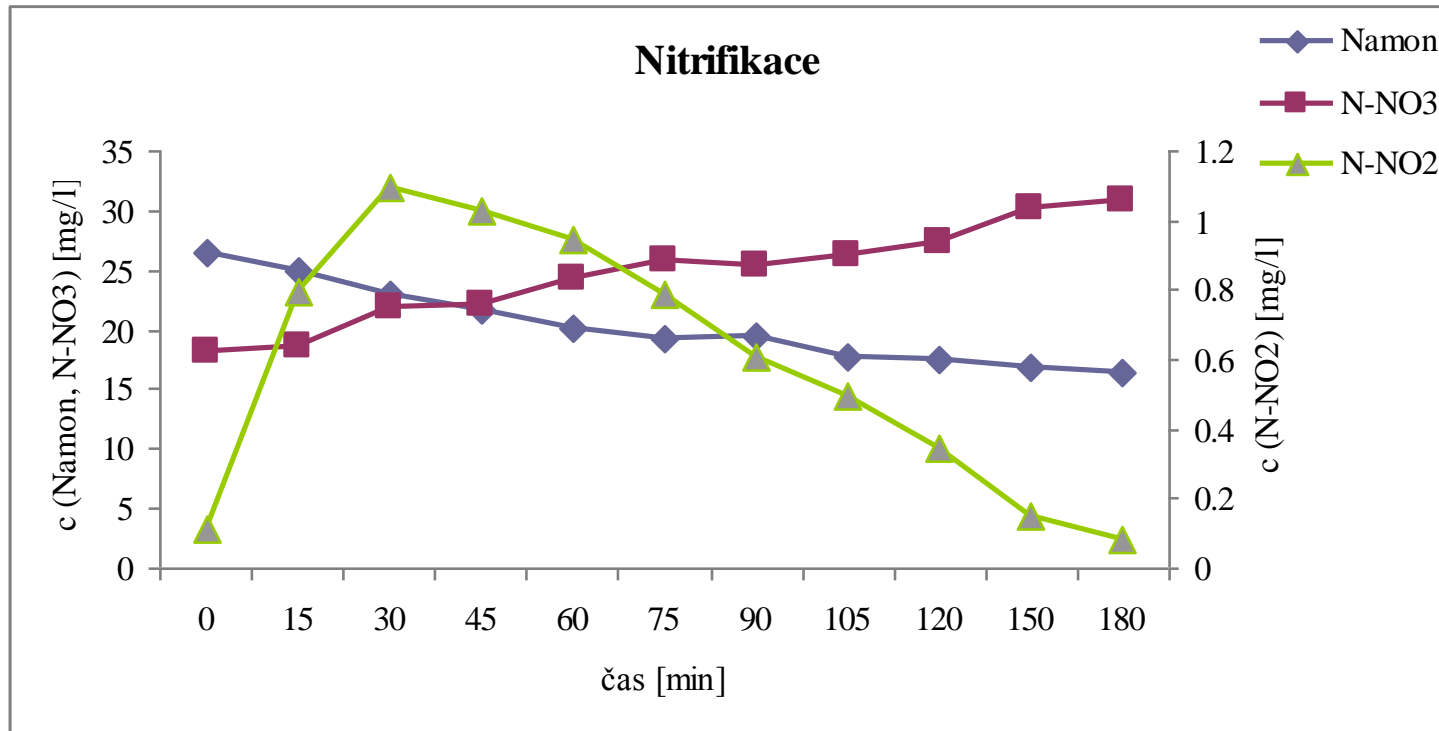
# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Denitrifikační test



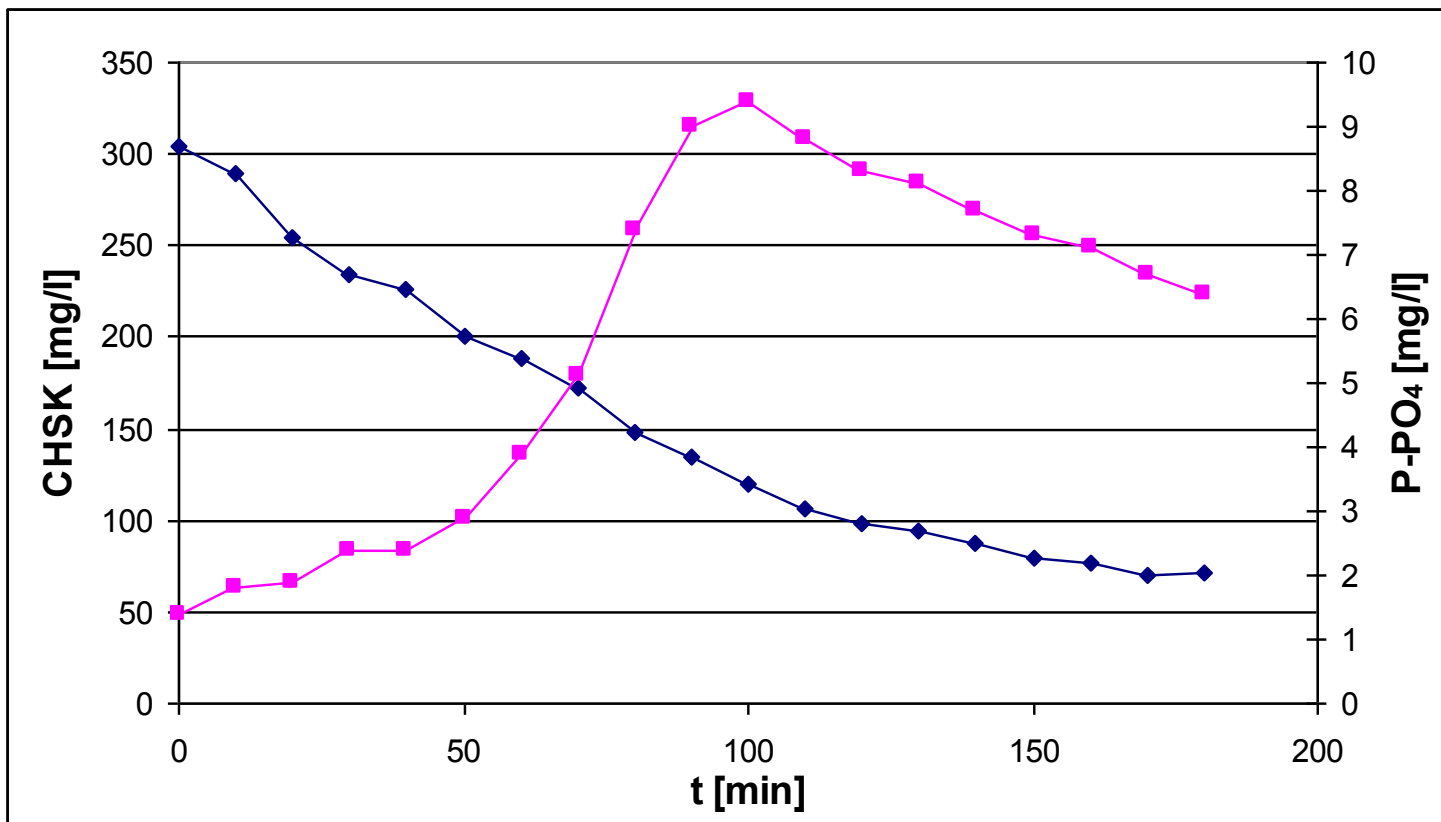
# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Nitrifikační test



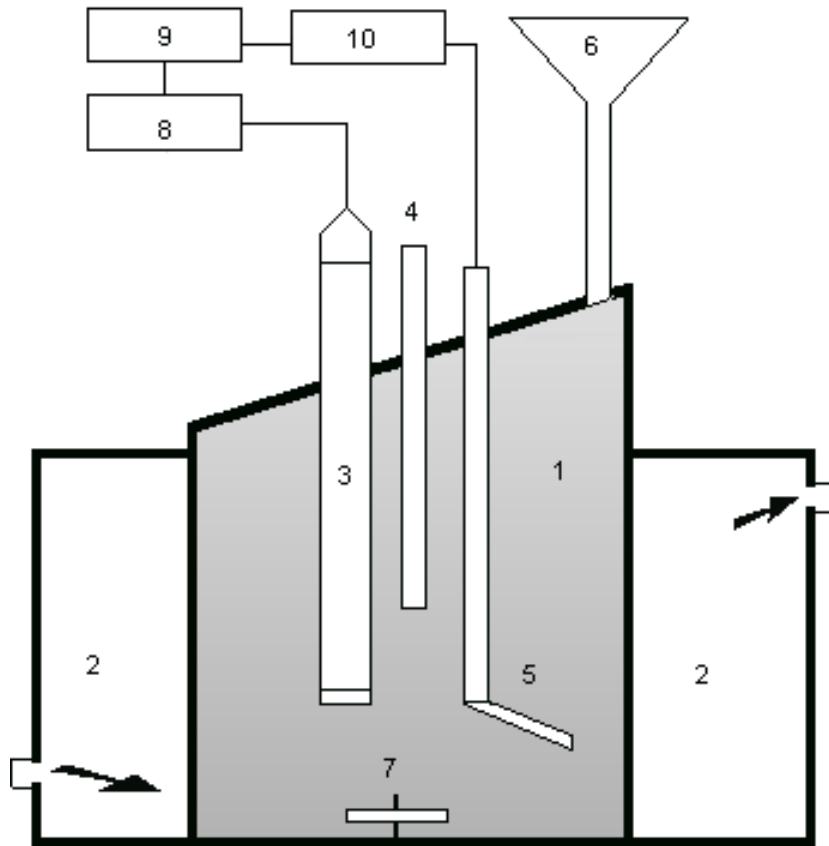
# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Test uvolňování a akumulace fosforu





# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody



## Schéma respirometru:

- 1 aktivační směs,
- 2 chladičí plášť,
- 3 sonda na měření cO<sub>2</sub>,
- 4 teploměr,
- 5 jemnobublinná aerace,
- 6 expanzní nálevka,
- 7 míchadlo,
- 8 výstup do počítače (shromažďování dat),
- 9 vzduchová pumpa,
- 10 počítač

Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

■ ***Stanovení maximální růstové rychlosti heterotrofních mikroorganismů -  $\mu_{Hmax}$ .***

- Standardní respirometrická metoda
- Kinetický test

## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

### Standardní respirometrická metoda

- provádíme v respirometrické cele
- smícháme 1 l nefiltrované odpadní vody s aktivovaným kalem v poměru CHSK/X cca 4:1
- nitrifikace je potlačena přidavkem allylthiomocoviny
- je měřena rychlost respirace v závislosti na čase při konstantní teplotě a pH

## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

### Kinetický test

- měření jsou prováděna v podmínkách jednorázové kultivace
- sušina aktivovaného kalu je upravena na 3 g/l
- do aktivovaného kalu je přidán substrát v poměru  $S/X = 0,1$
- teplota  $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a pH v rozmezí 7.0 – 7.5
- výsledky kinetických testů jsou objemové rychlosti probíhajících dějů

Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## ***Stanovení maximální růstové rychlosti autotrofních organismů - $\mu_{Amax}$ .***

- test je prováděn v provzdušňovaných celách, nejlépe při konstantní teplotě 20 °C
- do cely s 1 litrem odpadní vody je přidáno obvykle 20 - 50 ml aktivovaného kalu, tak aby byly splněny poměr S/X v poměru zhruba 4:1
- vzorky jsou odebírány v průběhu 5 dní každých 12 - 24 hodin.

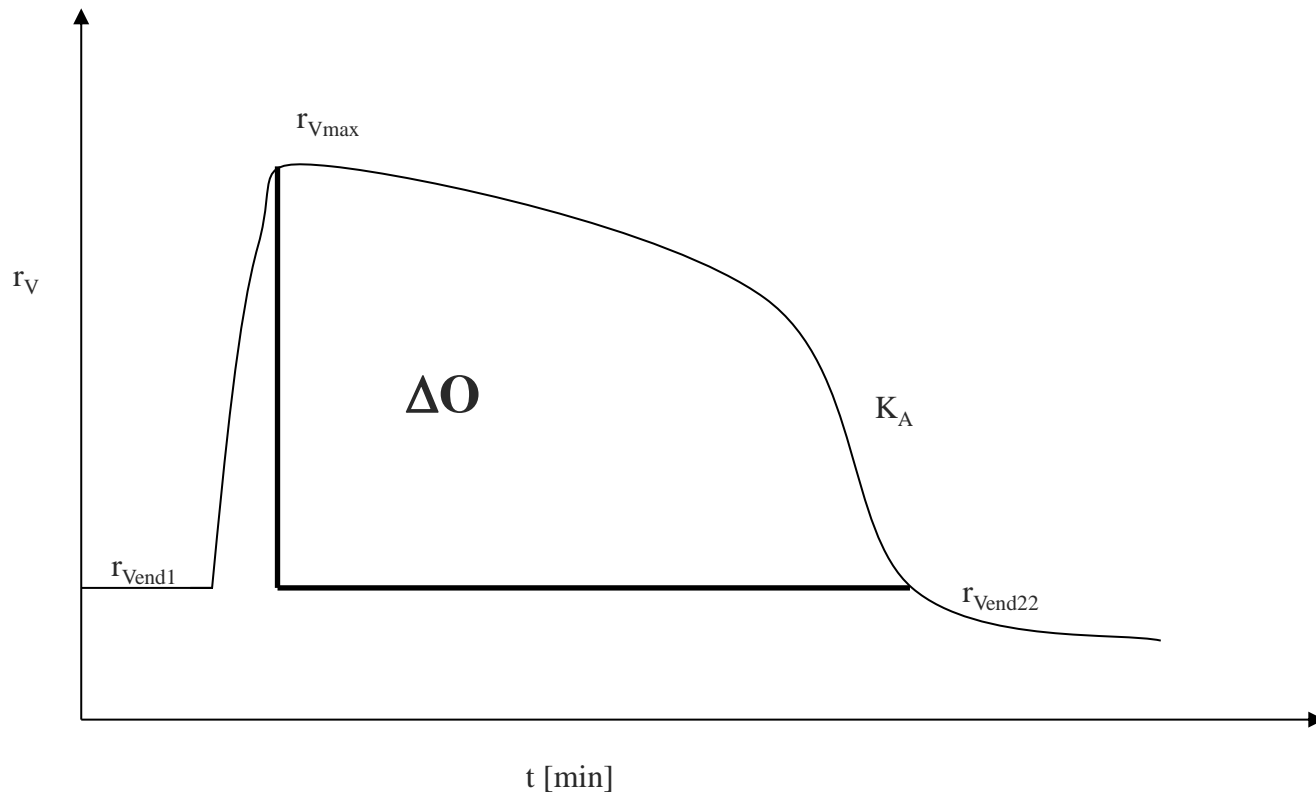
**Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody**

## ***Stanovení $Y_H$ a $Y_{HAc}$***

- respirometrické cele měříme endogenní rychlost aktivovaného kalu
- o jejím odečtu nadávkuje substrát (nefiltrovaná odpadní voda, příp. syntetický substrát - acetát)

$$Y_H = 1 - \Delta O / \Delta S$$

# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody



## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

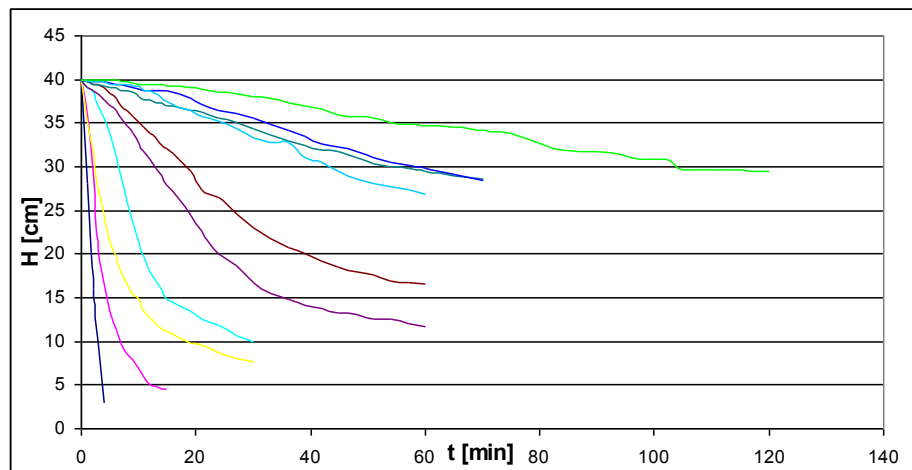
- frakcionace N
- NL + org. podíl NL v odpadní vodě
- CHSK,  $X_{\text{org.}}$ , TKN a  $P_c$  v kalu



# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

## Stanovení parametrů popisujících chování kalu v dosazovacích nádržích

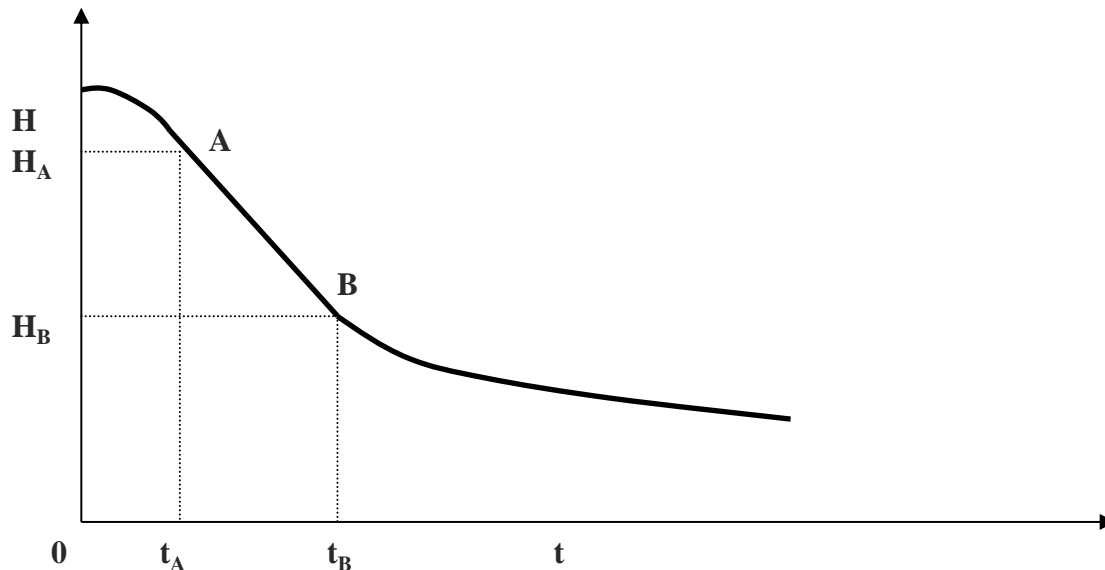
- sada zahušťovacích testů ve 2 l válcích při různých sušinách aktivovaného kalu ( řádově  $X = 0.5 - 12 \text{ g/l}$ )



# Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

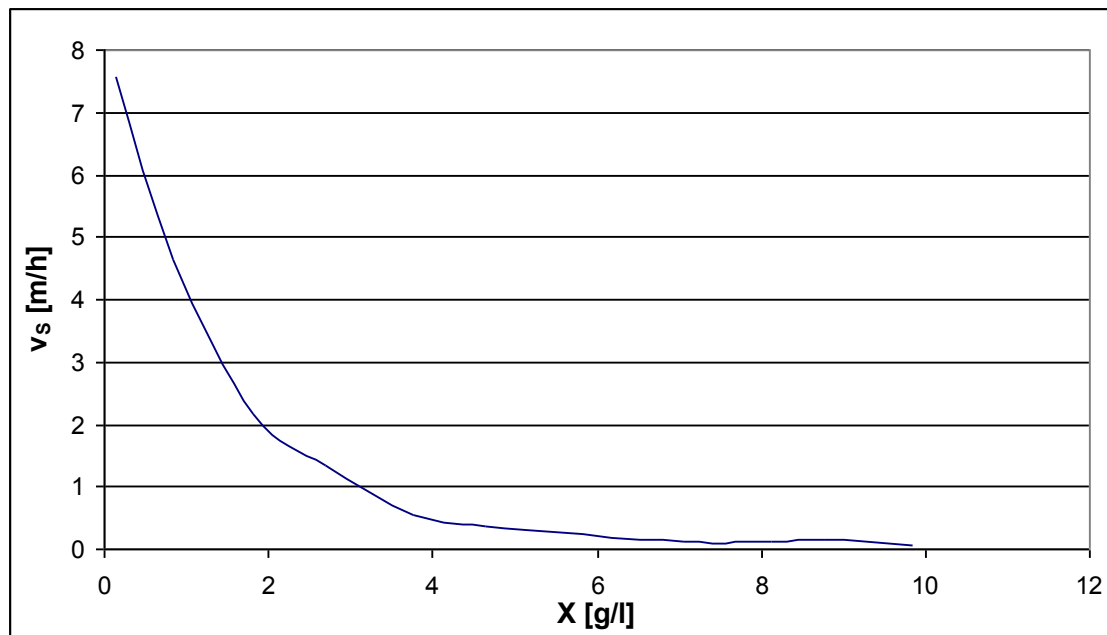
- z lineárních částí jednotlivých křivek jsou získány sedimentační rychlosti pro danou sušinu aktivovaného kalu podle rovnice

$$V_S = (H_A - H_B) / (t_B - t_A)$$



## Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody

- z jednotlivých sedimentačních rychlostí můžeme získat její závislost na koncentraci sušiny aktivovaného kalu



# **Metodiky laboratorních kinetických batch testů pro popis vlastností aktivovaného kalu a odpadní vody**