

Využití heterogenní fotokatalýzy pro zpracování vod obsahující azobariva – technické a ekonomické překážky

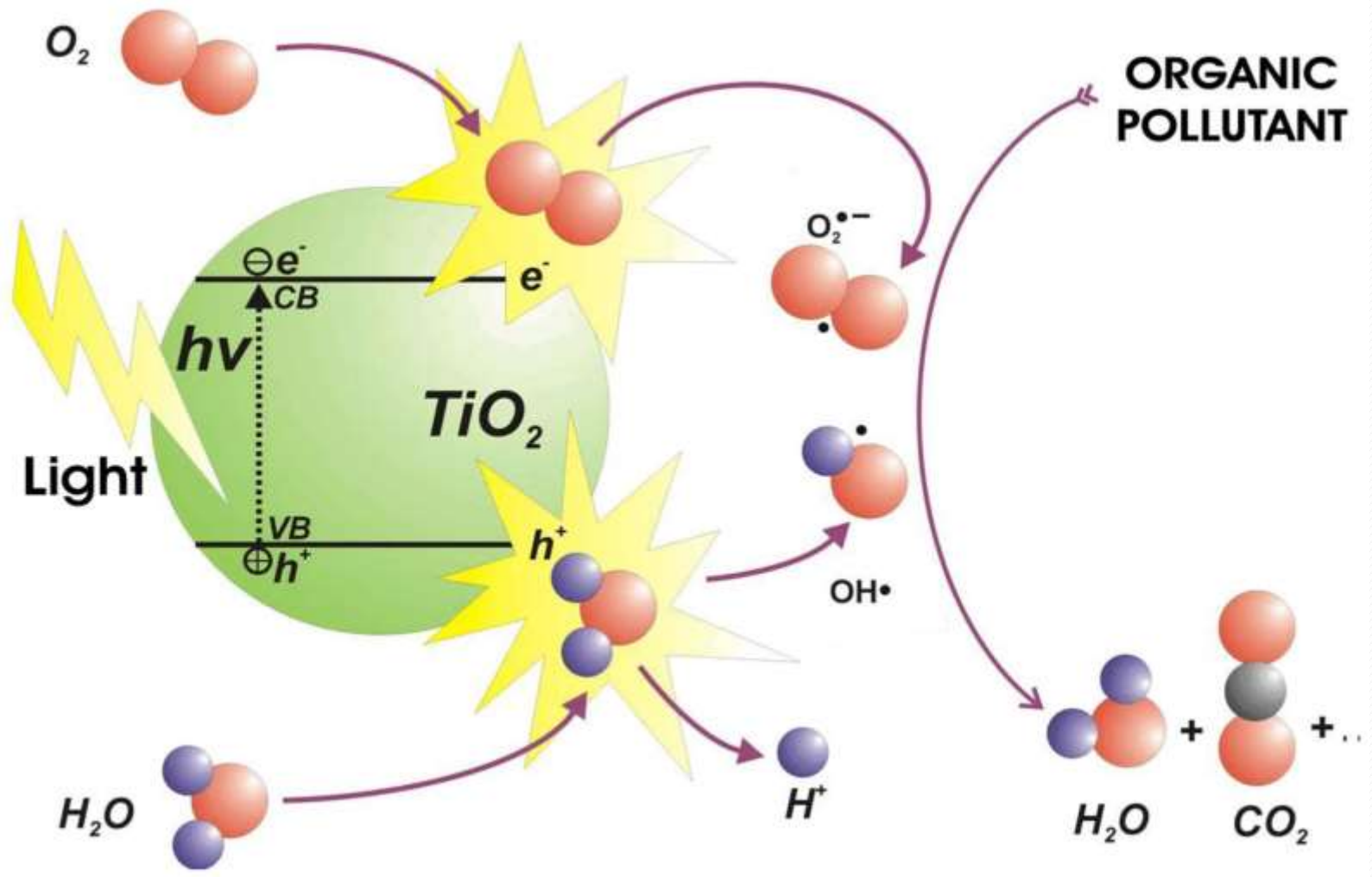


Univerzita
Pardubice
Fakulta
chemicko-technologická

Marek Smolný, Kristýna Süssová, Jiří Cakl

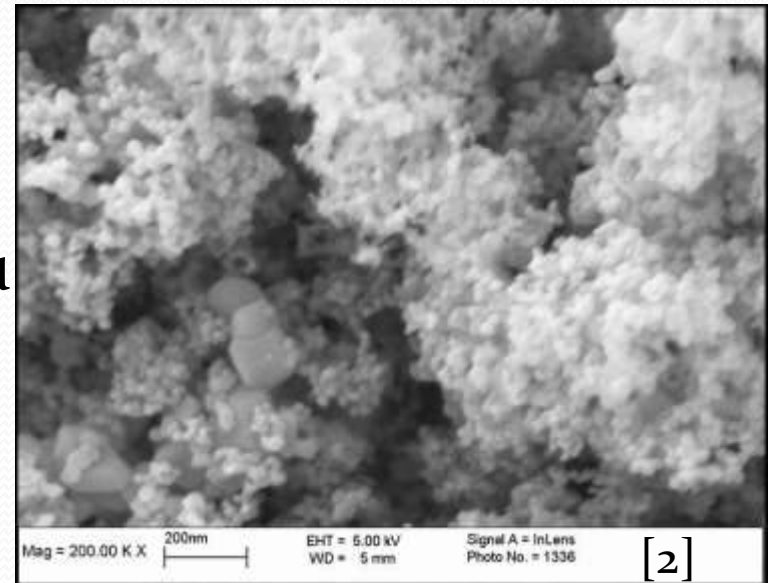
Heterogenní fotokatalýza

- AOP – Advanced oxidation process
- Pokročilé oxidační procesy
- Pevný polovodičový katalyzátor (TiO_2)
- UV záření ($<384 \text{ nm}$)
- Elektron díry \rightarrow Hydroxylové radikály
- Neselektivní oxidace přítomných látek
- Oxidace až na minerální látky



Parametry ovlivňující Heterogenní fotokatalýzu

- Záření
- Druh/forma/množství katalyzátoru
- Interakce pevná částice kapalina – zeta potenciál
- pH
- Přídavek dalších látek (H_2O_2)
- Charakter oxidovaných látek
- Množství rozpuštěného kyslíku



Aplikace

- Pilotní projekty
- Splaškové vody
- Pesticidy
- Léčiva
- Mikroorganismy
- Chlorované uhlovodíky
- Barviva
- Ropné látky
-



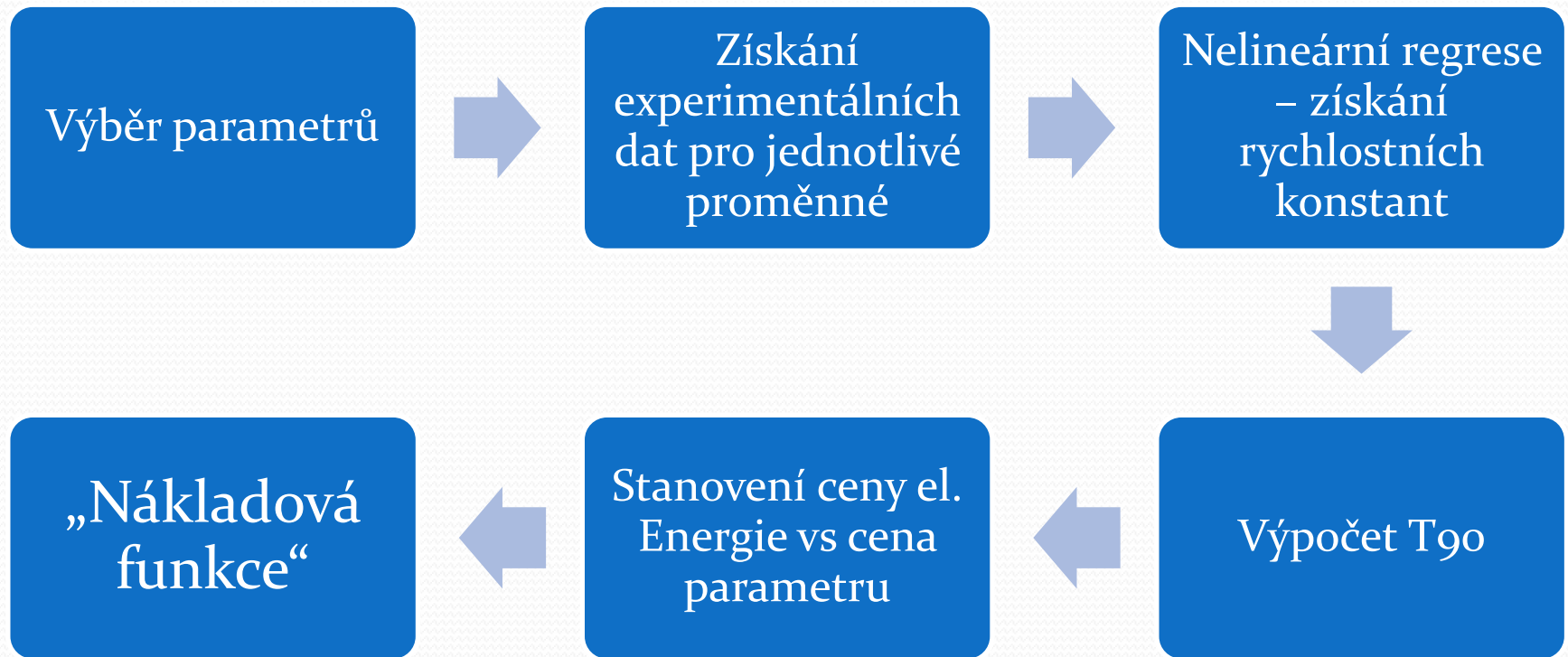
Předpoklad

- Heterogenní fotokatalýza je drahá technologie
- Na první pohled: hlavní (provozní) náklad - elektrická energie
- Spotřebu elektrické energie lze snížit:
- Změnou katalyzátoru, přidavkem peroxidu vodíku, změnou pH, změnou zdroje UV záření
- Změnou těchto parametrů lze celý proces zlevnit
- Ověření ekonomičnosti v laboratorním reaktoru

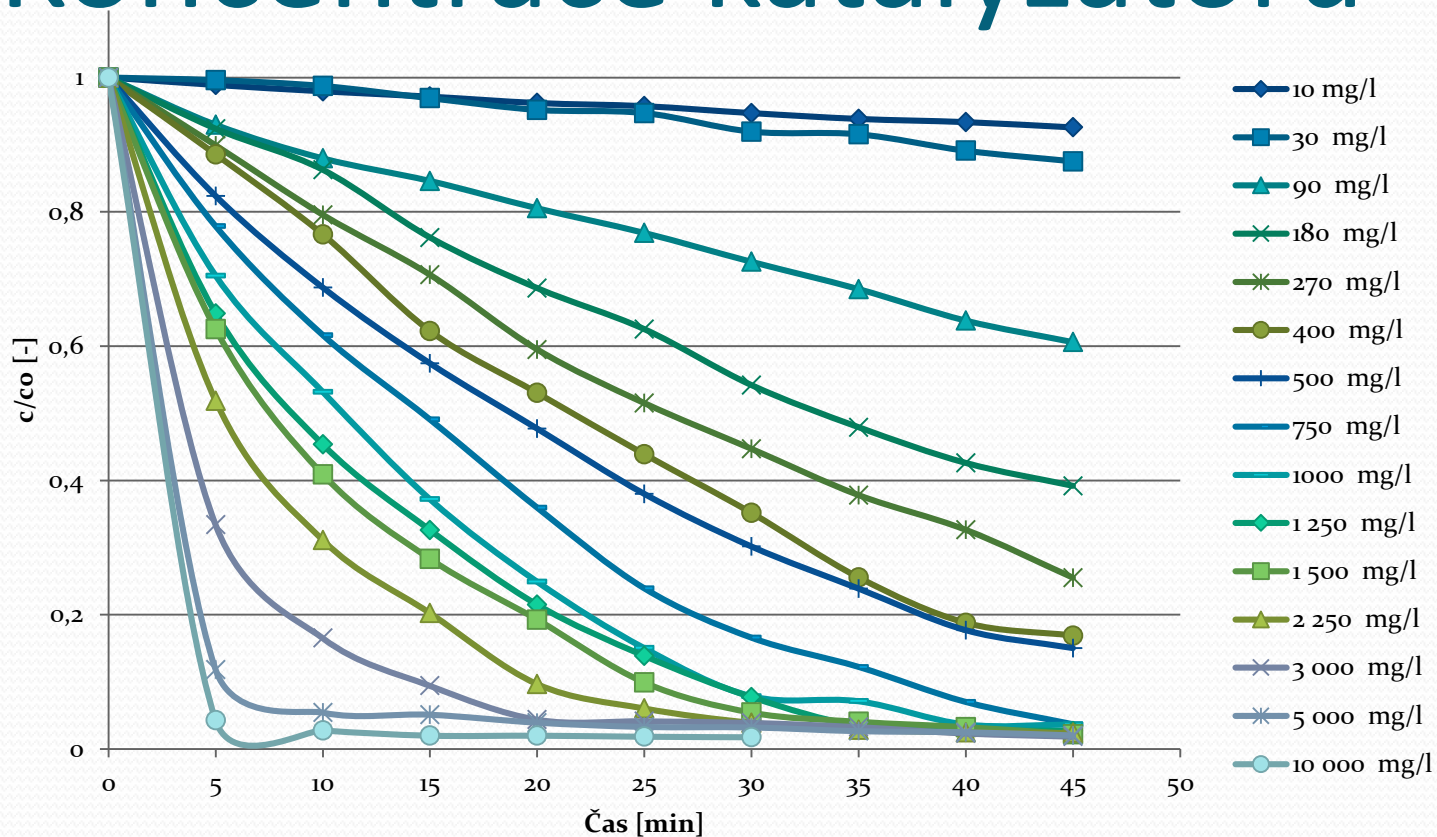
Experimentální reaktor

- Vsádkový míchaný reaktor
- Objem 250 ml
- Periodické odebírání vzorků
- Odstředění, spektrofotometrické stanovení
- UV LED diody 8,5 W zářivého výkonu
- $\lambda=365\text{nm}$
- P25 (Ewonik) vs AV01 (Precheza) TiO_2
- Reactive red 24:1 – mono azo barvivo
- 50 mg/l

Postup

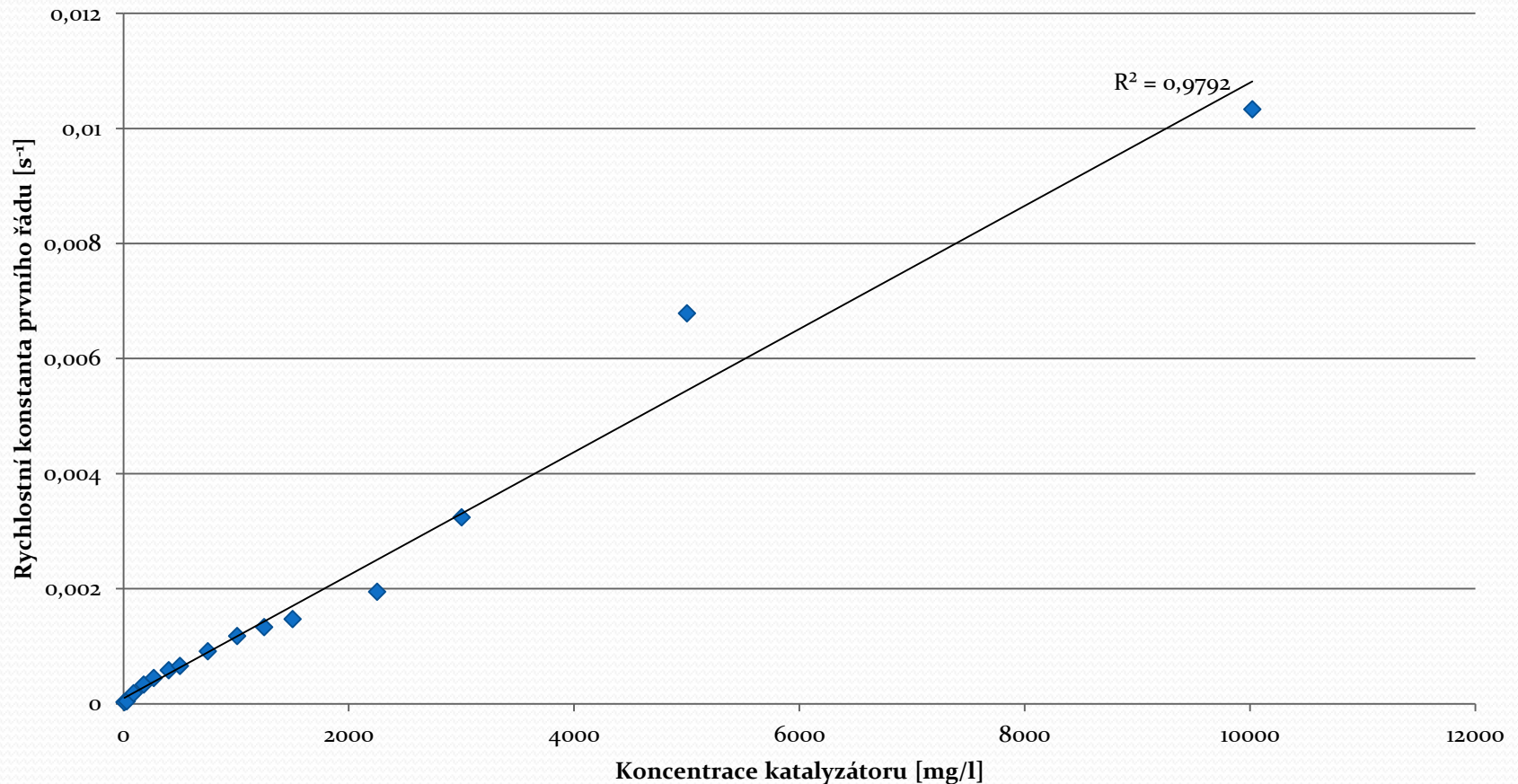


A) Koncentrace katalyzátoru



50 mg/l Reactive red 24:1, P25 TiO₂

A) Rychlostní konstanta

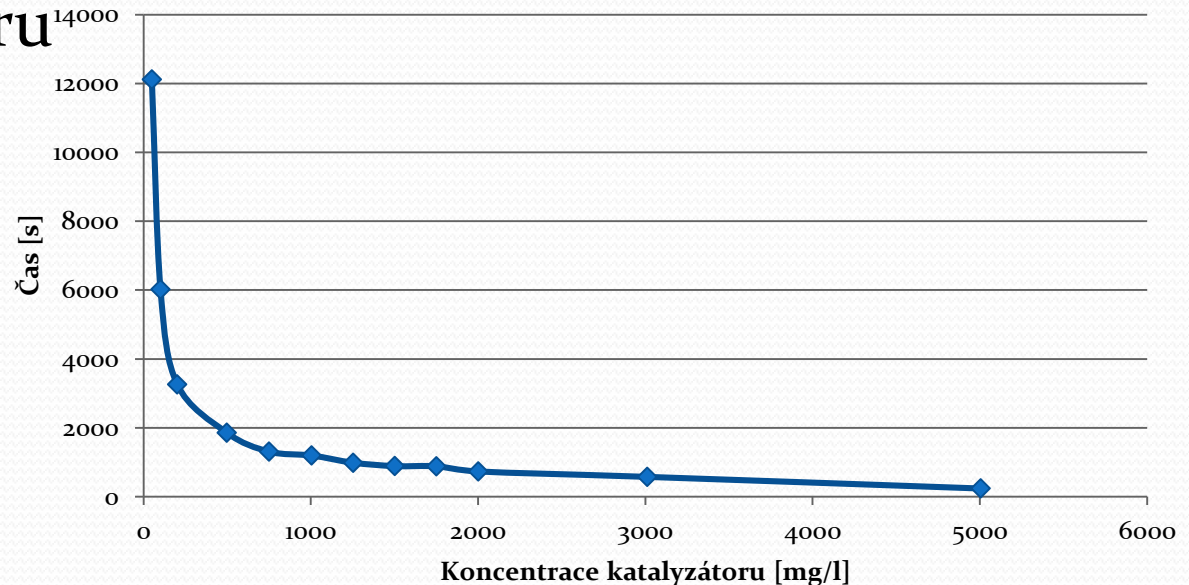


50 mg/l Reactive red 24:1, P25 TiO₂

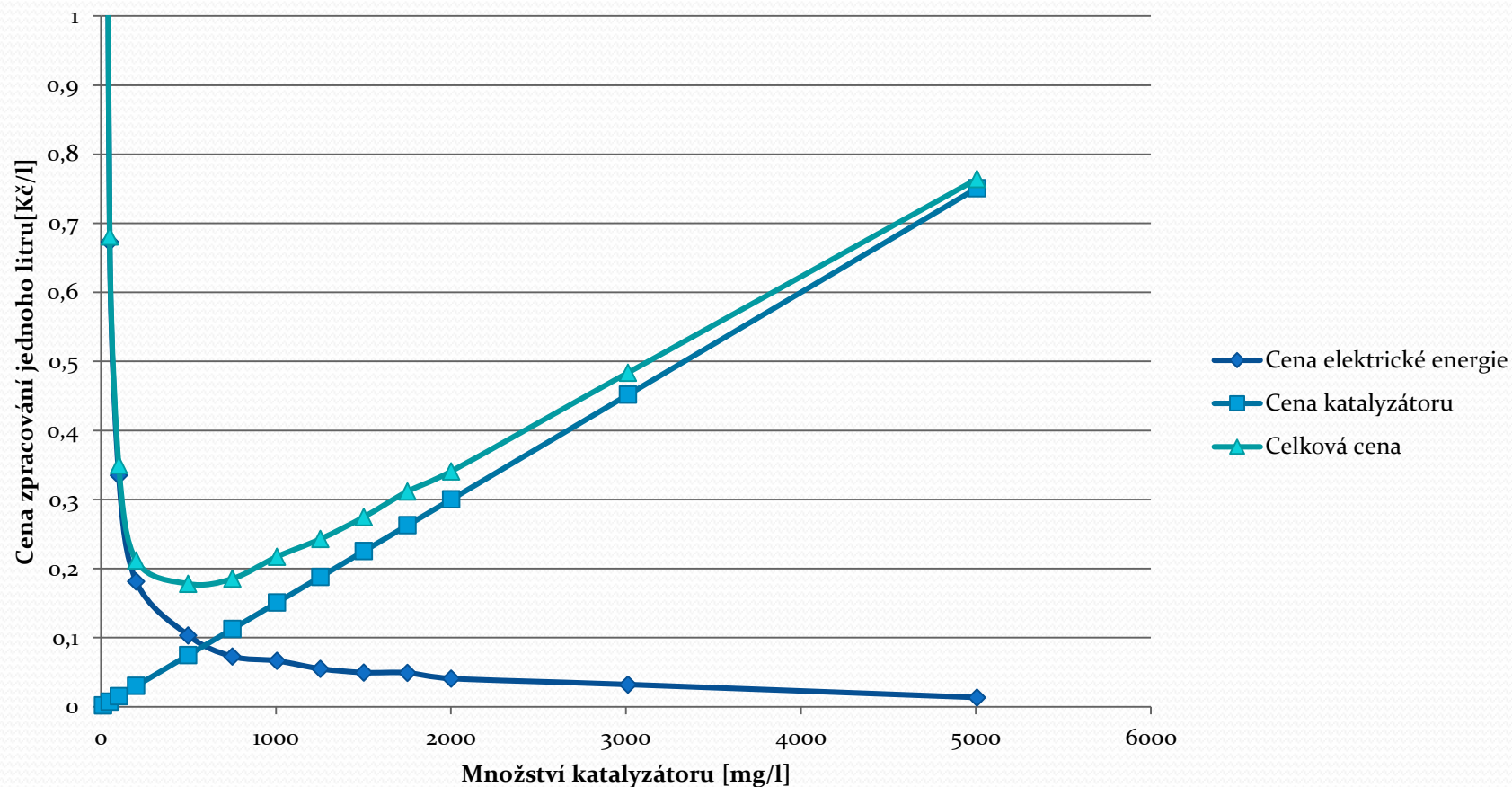
$$C = C_0 e^{-kt}$$

A) Cena elektrické energie

- Ze známé rychlostní konstanty vypočítaný t_{90}
- Ze známého času spotřeba el energie a cena
- Dvě složky:
 - cena katalyzátoru
 - (95% recyklace)
 - El energie



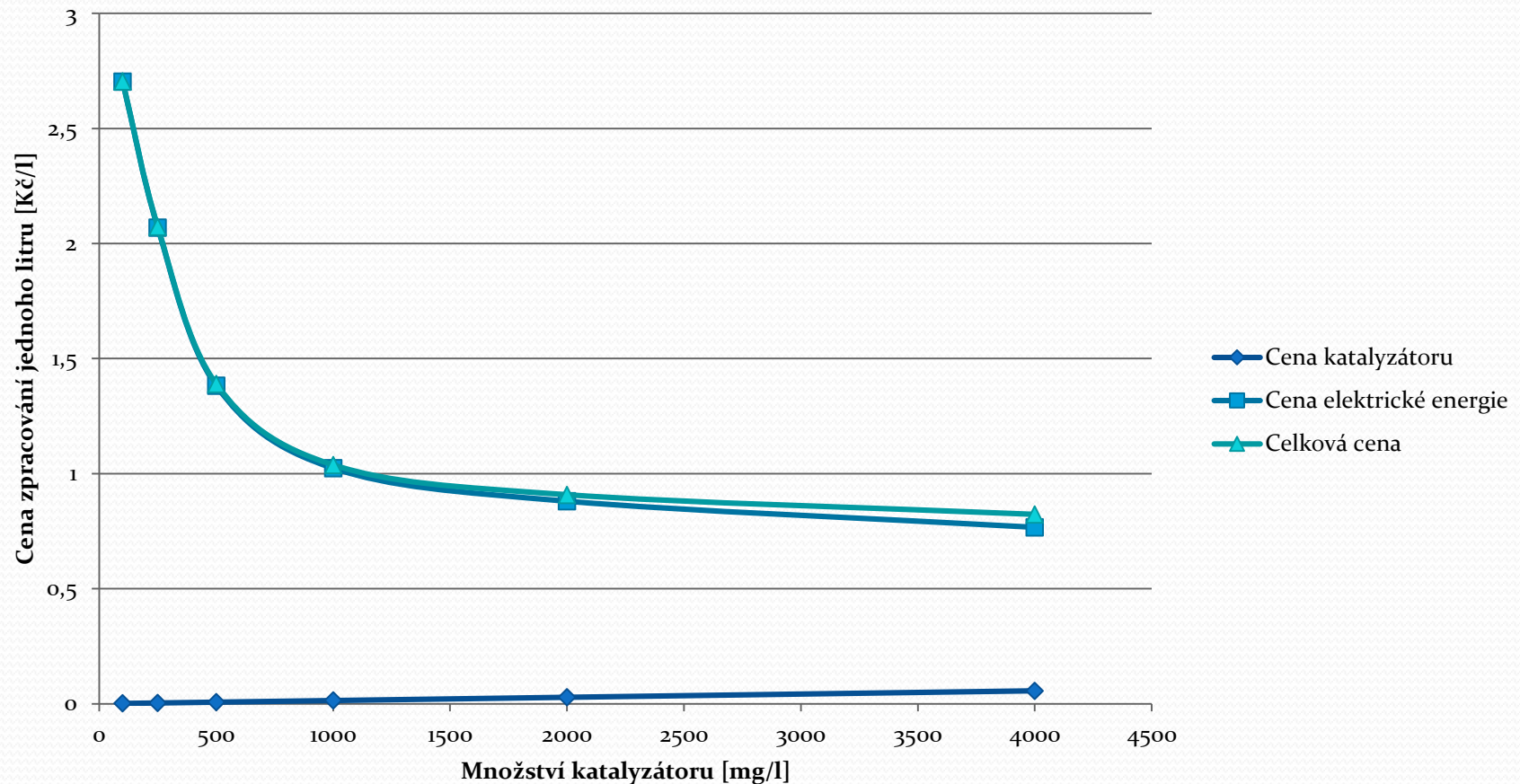
A) Nákladová funkce P25



50 mg/l Reactive red 24:1, P25 TiO₂

(Cena P25: 3 Kč/g)

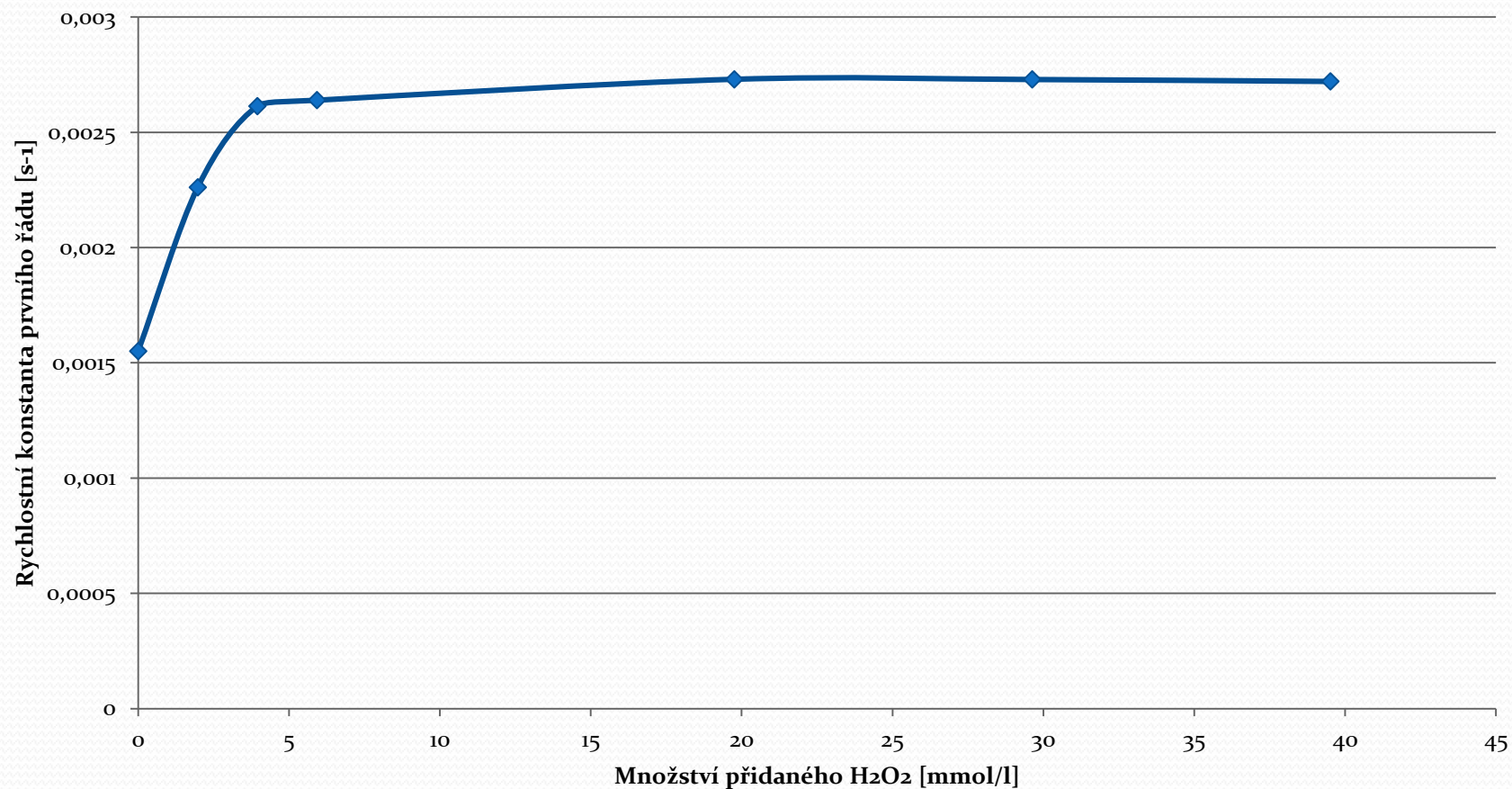
A) Nákladová funkce AV01



50 mg/l Reactive red 24:1, AV₀₁ TiO₂

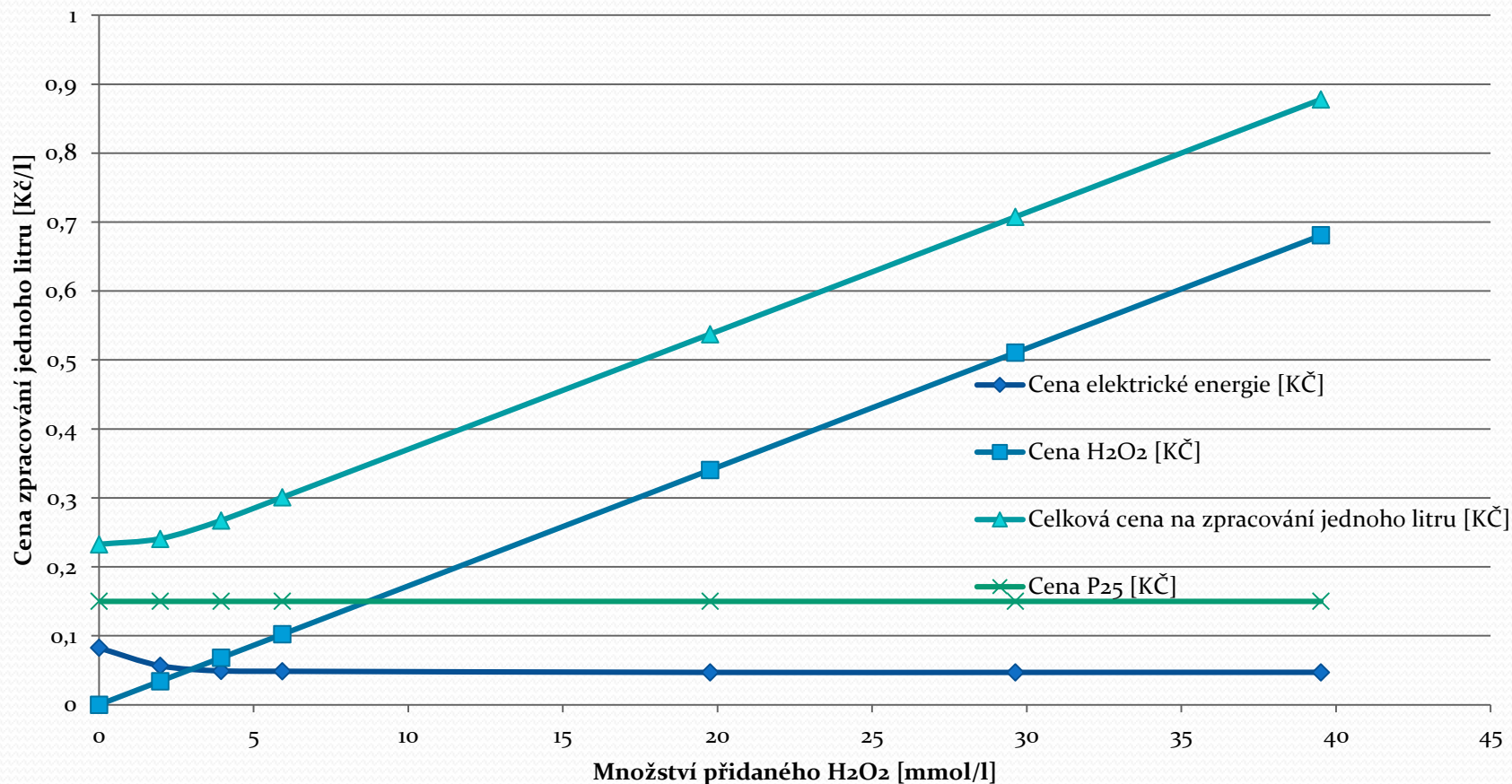
(Cena AV₀₁: 0,3 Kč/g)

B) Přídavek H₂O₂



50 mg/l Reactive red 24:1, 1 g/l P₂₅ TiO₂

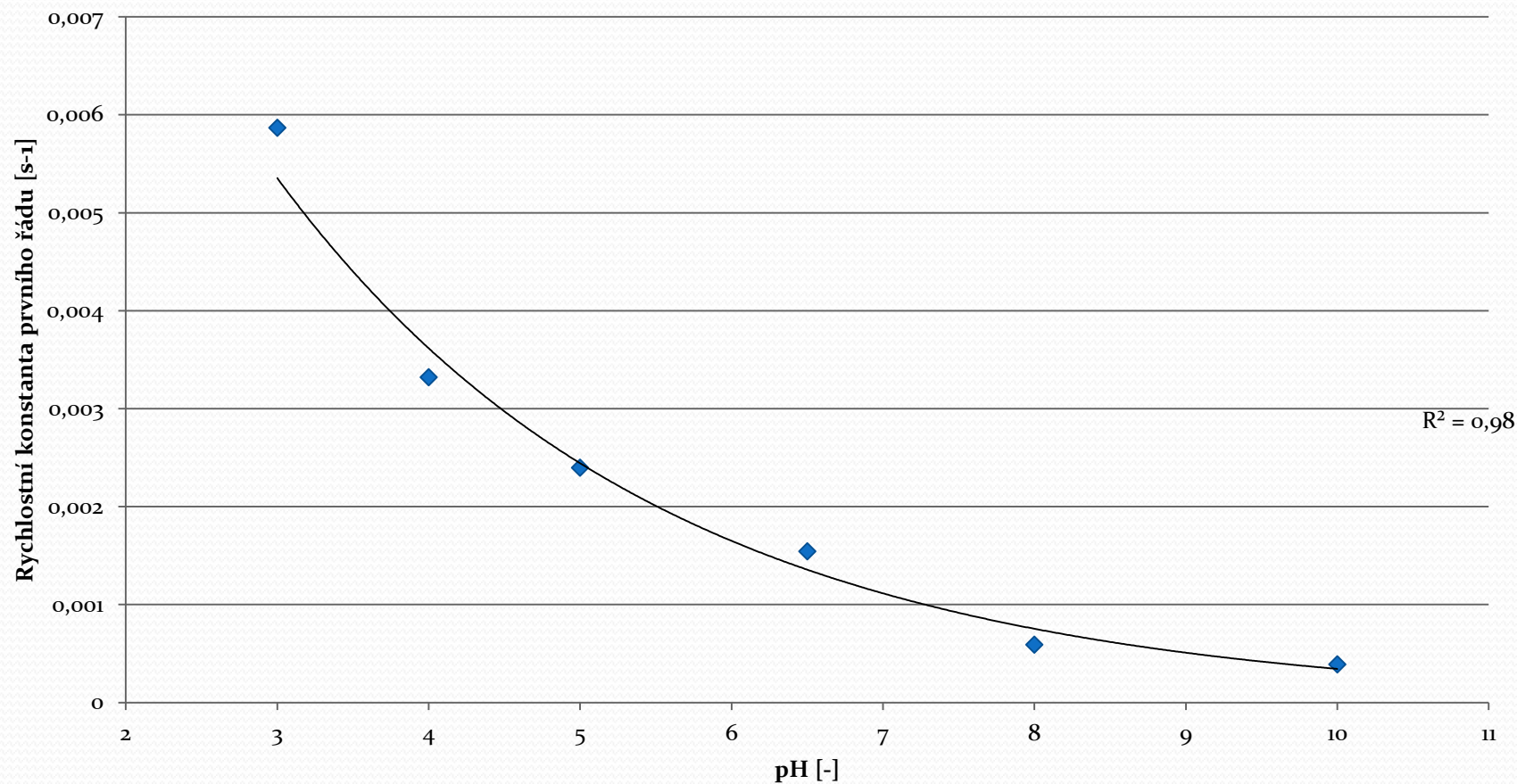
B) Nákladová funkce H₂O₂



50 mg/l Reactive red 24:1, 1 g/l P₂₅ TiO₂

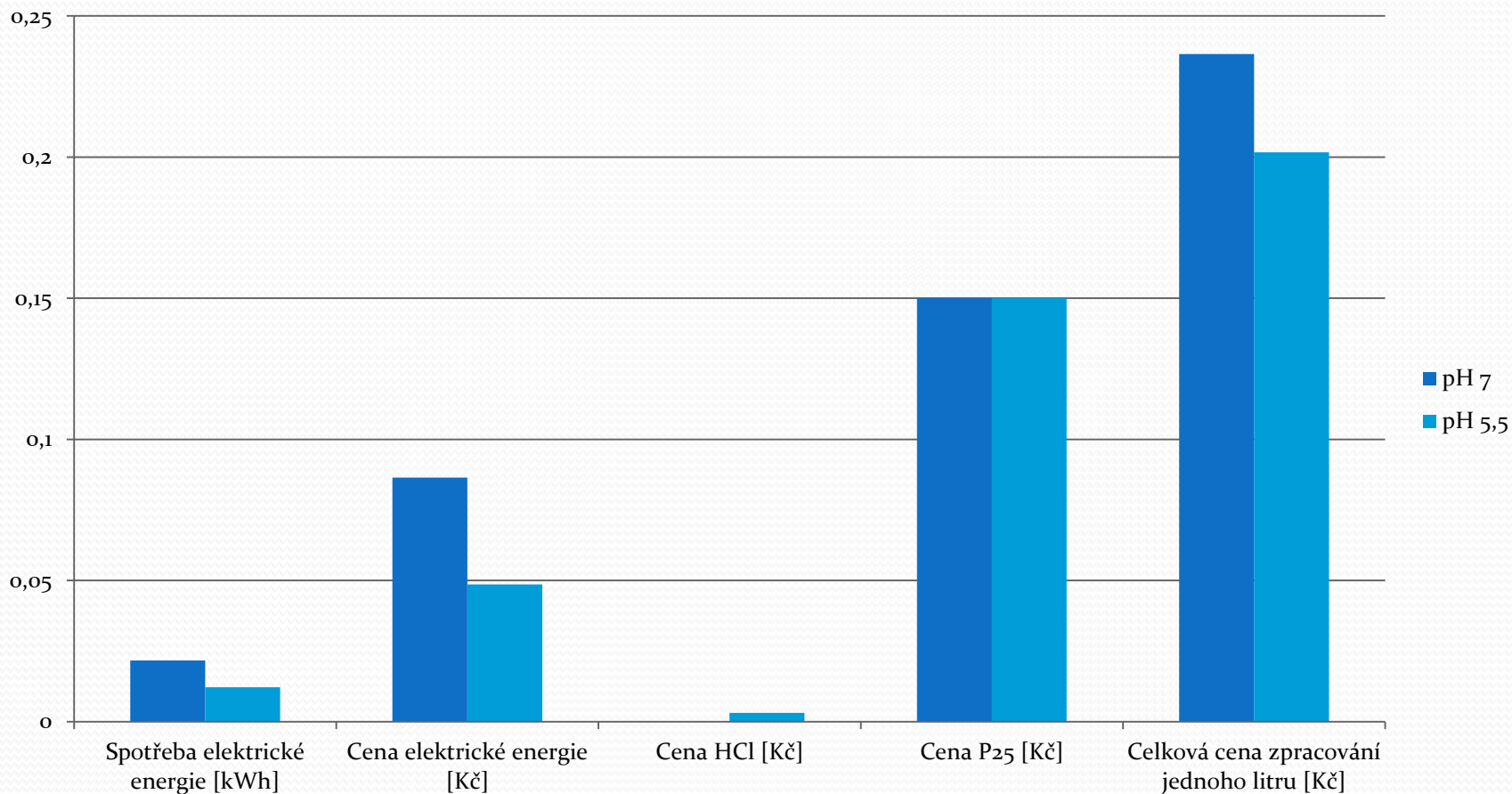
Cena 30% H₂O₂ 170 Kč/l
(0,017 Kč/mmol)

C) Rychlostní konstanta - pH



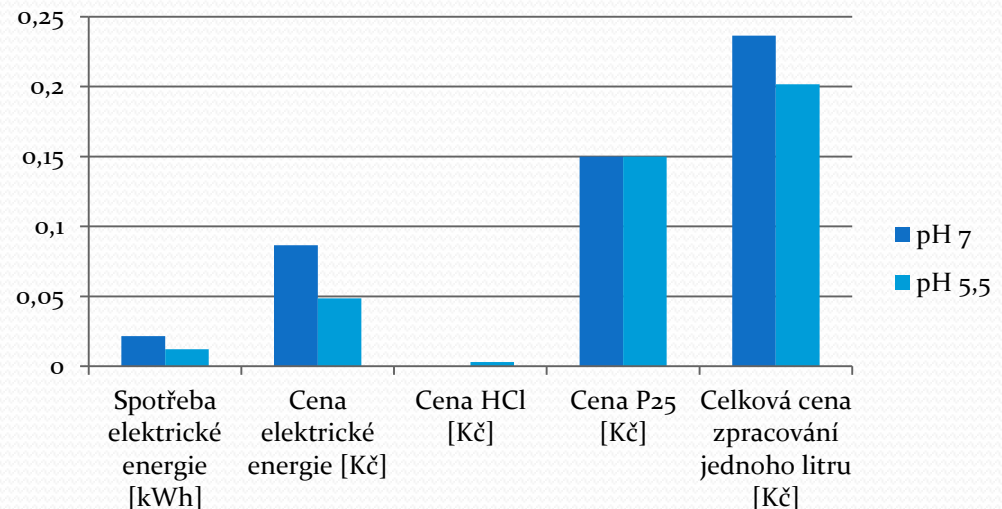
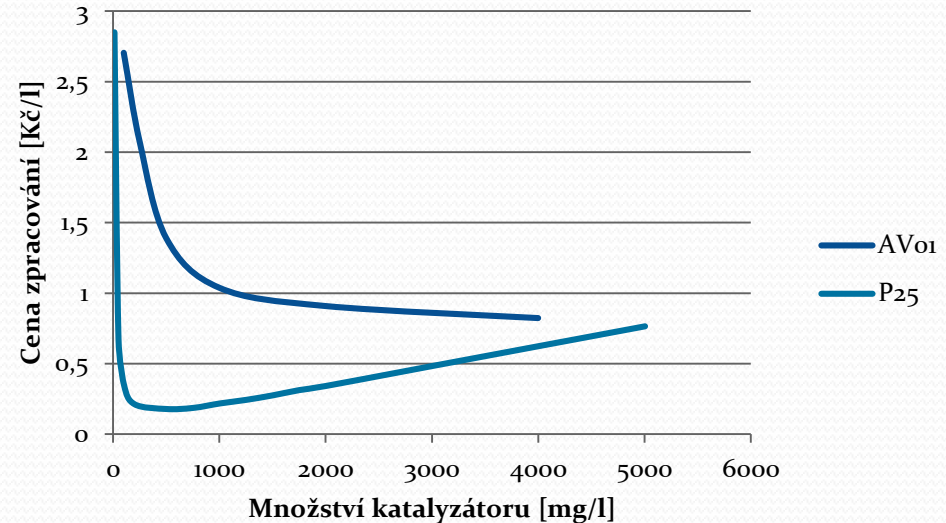
50 mg/l Reactive red 24:1, 1 g/l P25 TiO₂

C) Náklady pH



Shrnutí výsledků

- Technologické optimum není optimum ekonomické
- Základem je úprava pH
- Hlavní složkou provozních nákladů katalyzátor
- Snížení ceny katalyzátoru/el energie
- Použití jako dočistující technologie



Děkuji za pozornost

- Zdroje použitých ilustrací:

- [1] Heterogeneous Photocatalysis: Recent Advances and Applications. Alex Omo Ibhadon. Catalysts 2013. 189-218.
- [2] Analysis and effects of cluster formation during sedimentation and filtration. Di-Giovanni B.A.. Conference: PSA11 Conference and Exhibition. 2010.
- [3] Evaluation of the Solar Water Disinfection Process (SODIS) Against *Cryptosporidium parvum* Using a 25-L Static Solar Reactor Fitted with a Compound Parabolic Collector. Fontán-Sainz M. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2012.