



RAZLIČNE TEHNIKE ODSTRANJEVANJA ONESNAŽEVALCEV IZ ODPADNIH VOD

Dr. Damjan BALABANIČ

Inštitut za celulozo in papir
damjan.balabanic@icp-lj.si

Emisije v vode in možnosti za zmanjševanje onesnaženosti

Gospodarska zbornica Slovenije
19. junij 2013



VSEBINA

1) UVOD

2) MATERIALI IN METODE

2.1 Pilotni napravi

2.2 Laboratorijska oprema

3) REZULTATI:

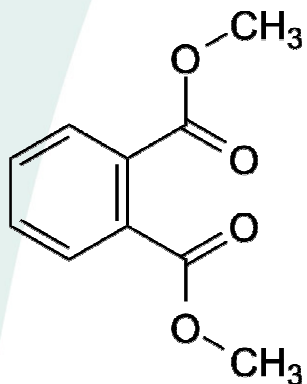
3.1 učinkovitost biološkega čiščenja in membranskih tehnologij

3.2 učinkovitost naprednih oksidacijskih metod

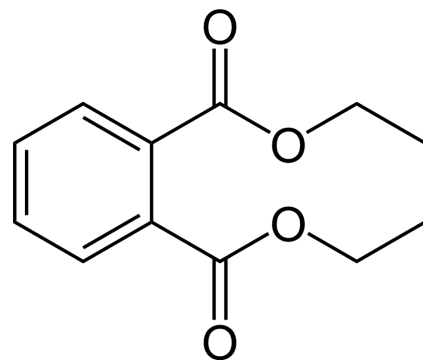
4) ZAKLJUČKI



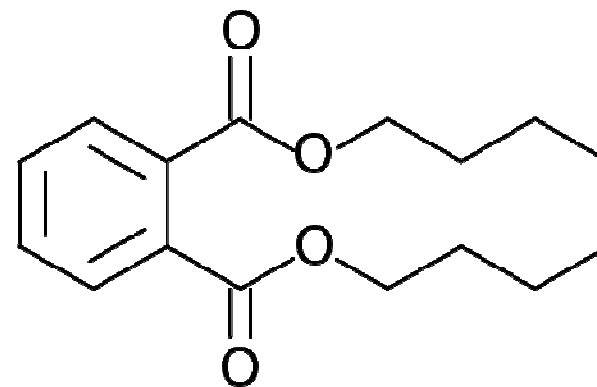
1. ONESNAŽEVALCI



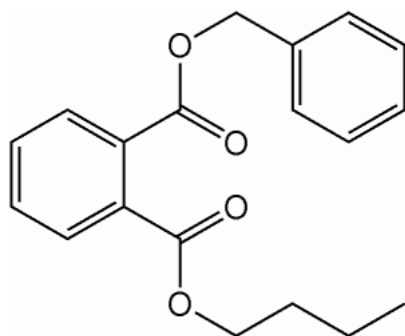
Dimethyl phthalate



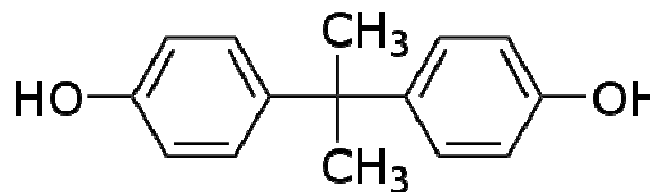
Diethyl phthalate



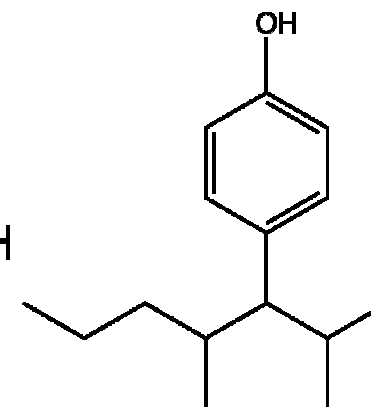
Dibutyl phthalate



Benzyl butyl phthalate



Bisphenol A

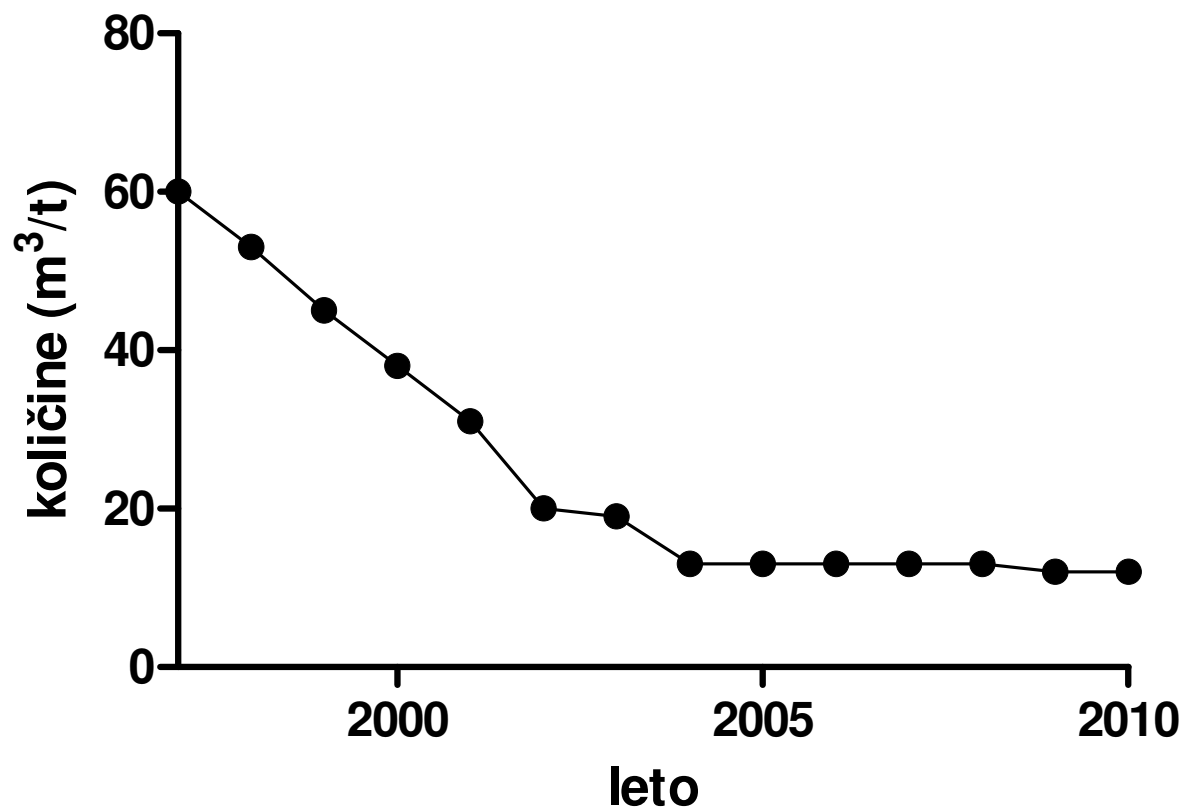


Nonylphenol



PORABA VODE

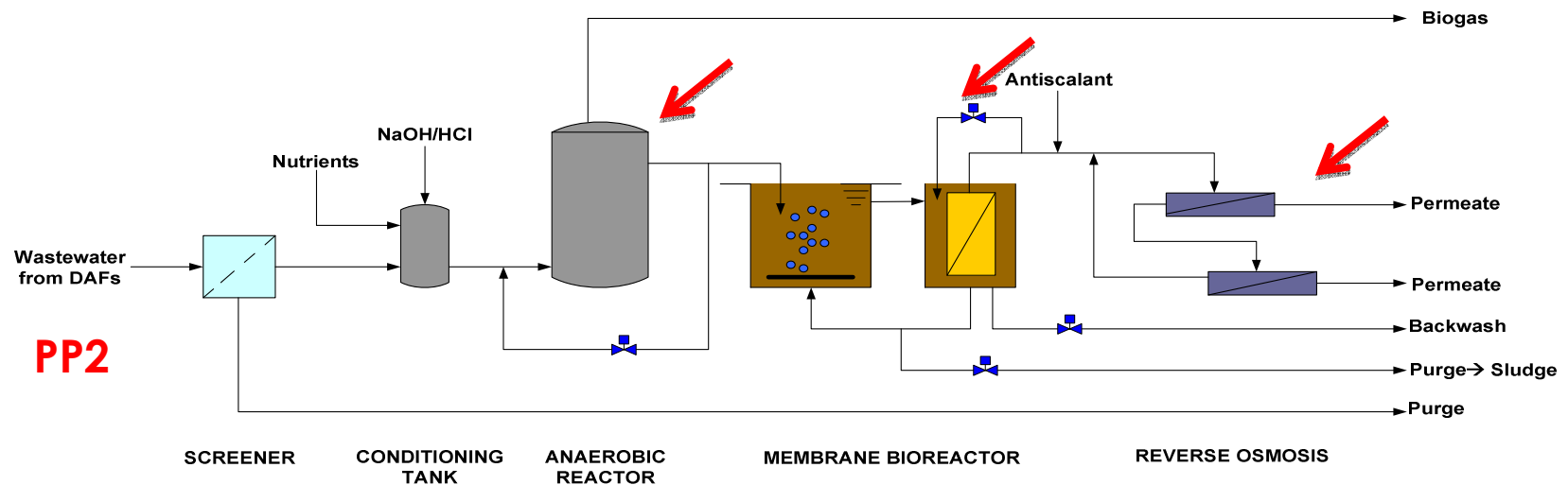
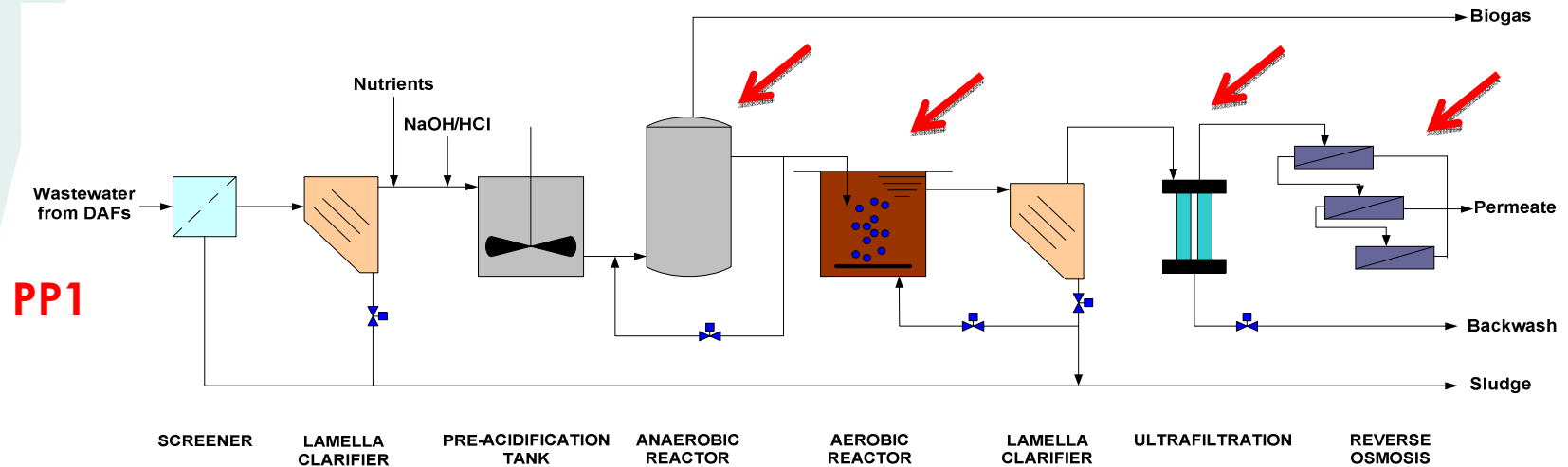
PORABA VODE za PROIZVODNJO 1t papirja





2. MATERIALI IN METODE

2.1 Pilotni napravi

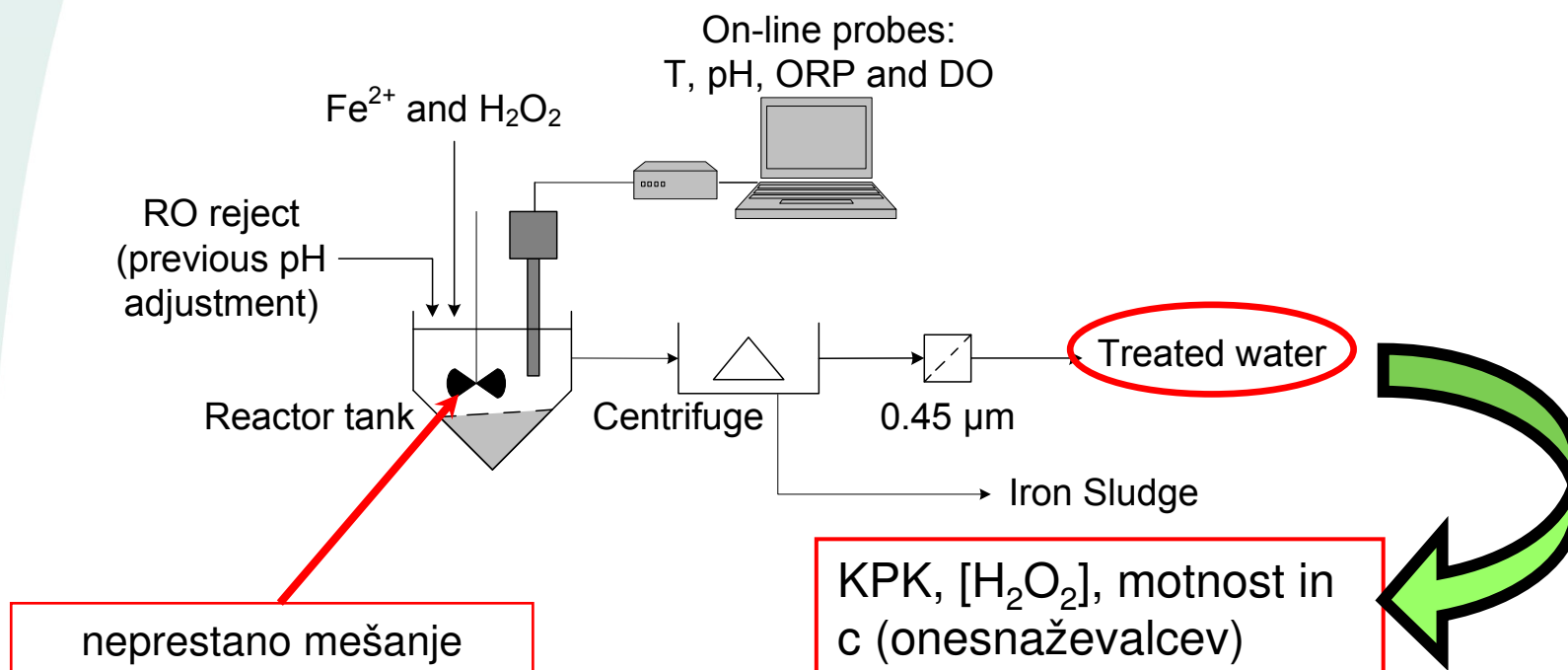




2. MATERIALI IN METODE

2.2 Laboratorijska oprema: Fentonova reakcija

Optimizacija parametrov → pH, koncentracija reagentov in čas





2. MATERIALI IN METODE :

2.2 Laboratorijska oprema: UV obsevanje

varnostna omara

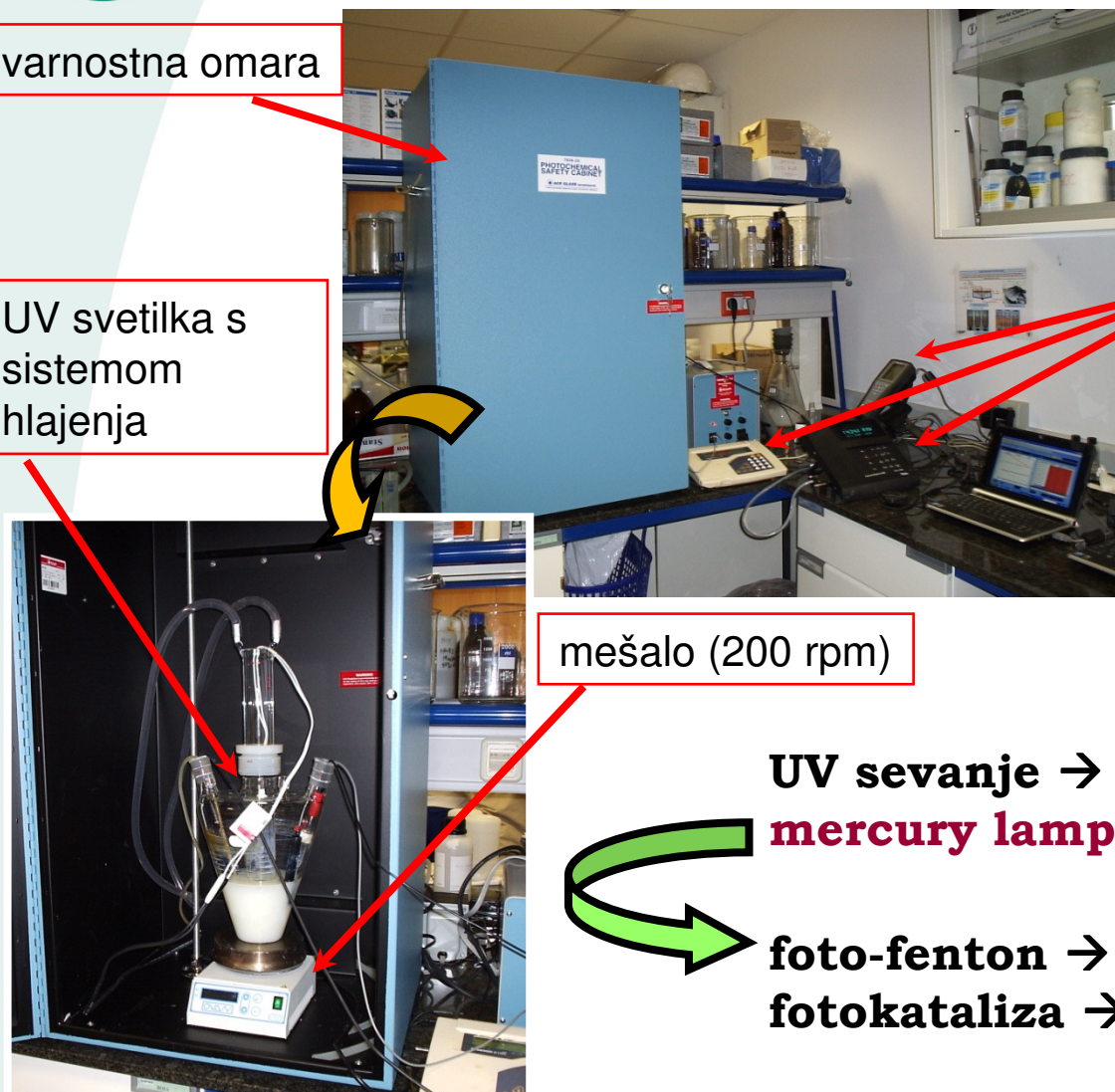
UV svetilka s
sistemom
hlajenja

On-line:
T
pH
redoks potencial
raztopljeni kisik

mešalo (200 rpm)

UV sevanje → **450-W high-pressure mercury lamp**

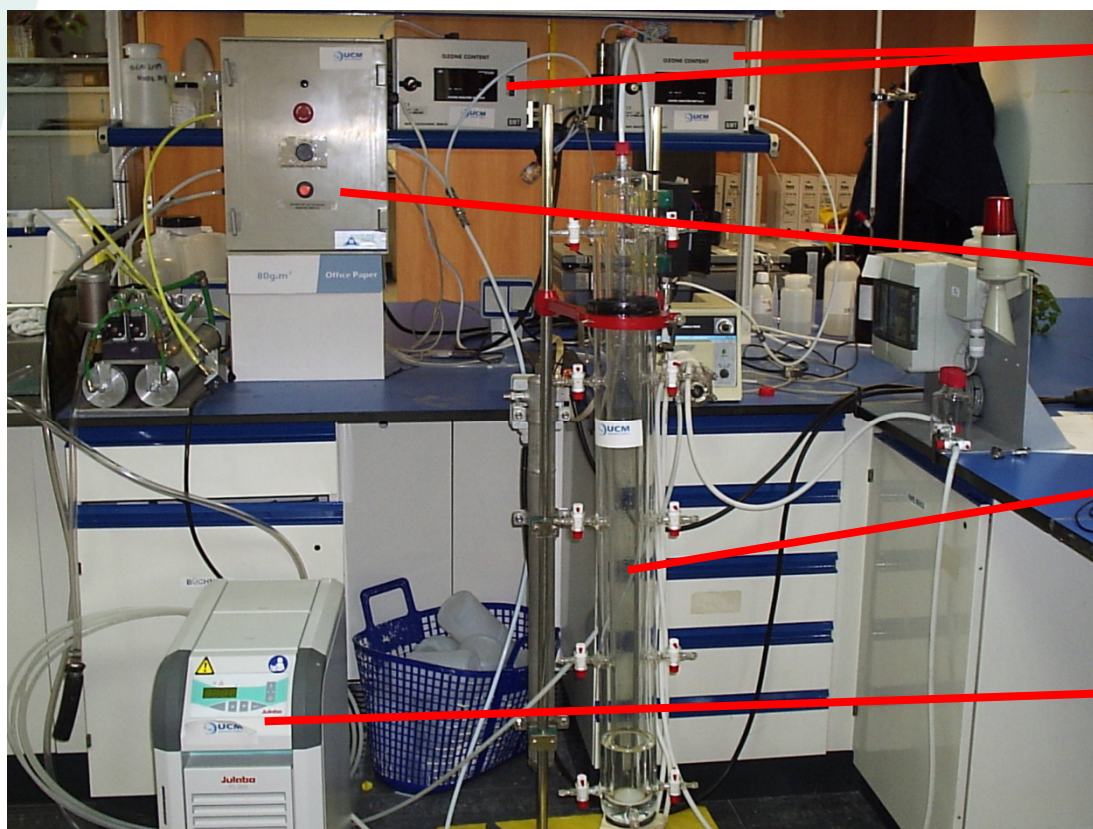
foto-fenton → **H₂O₂ in Fe**
fotokataliza → **TiO₂**





2. MATERIALI IN METODE

2.2 Laboratorijska oprema: ozoniranje



Ozone analysers

Ozonizer

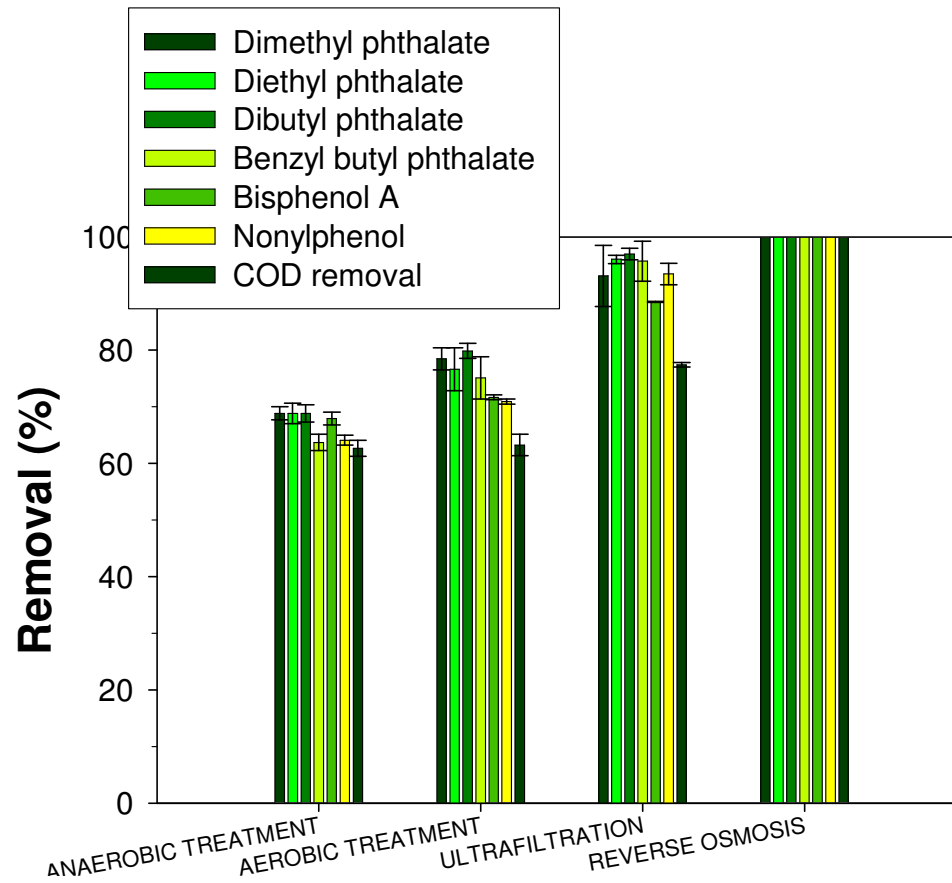
Reactor

Temperature control



3. REZULTATI

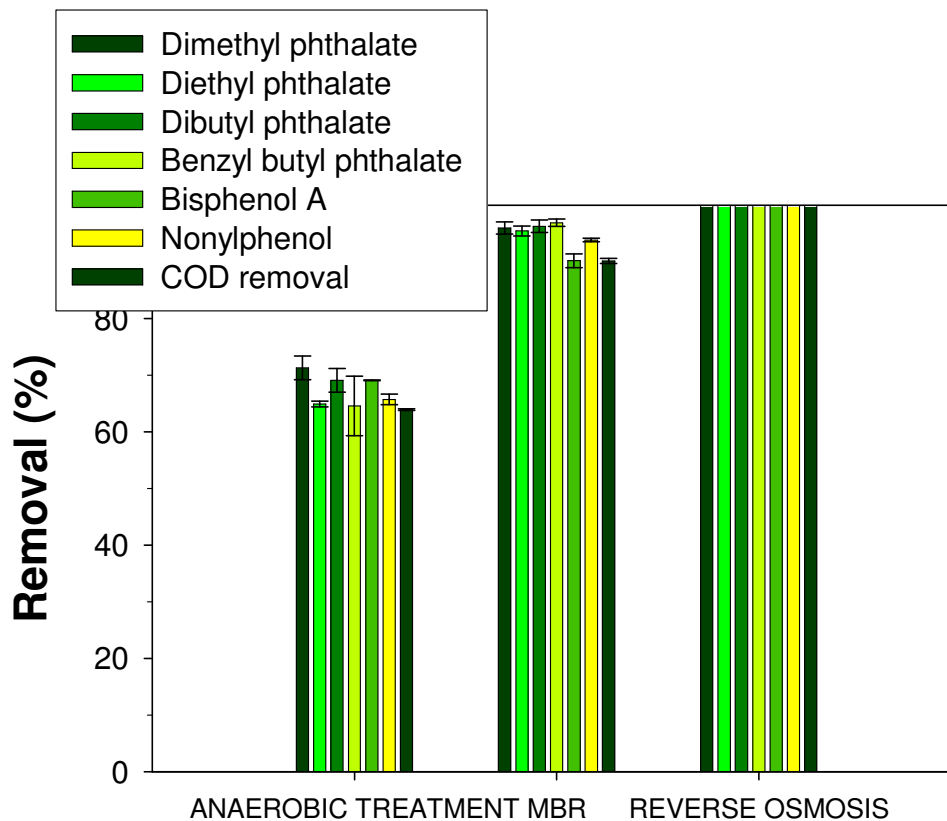
PP1: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev





3. REZULTATI

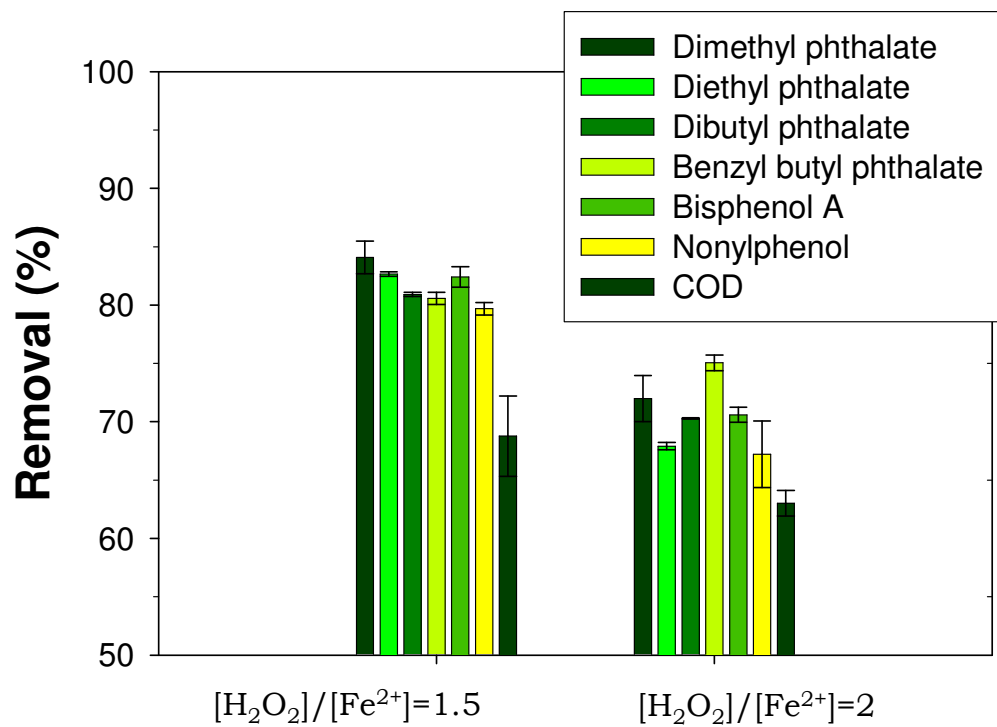
PP2: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev





3. REZULTATI

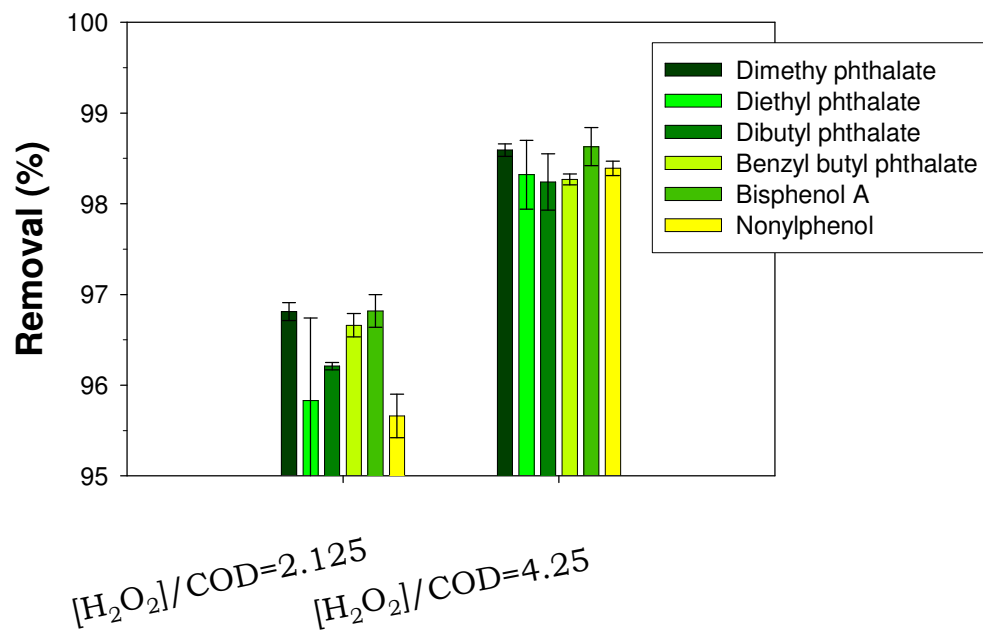
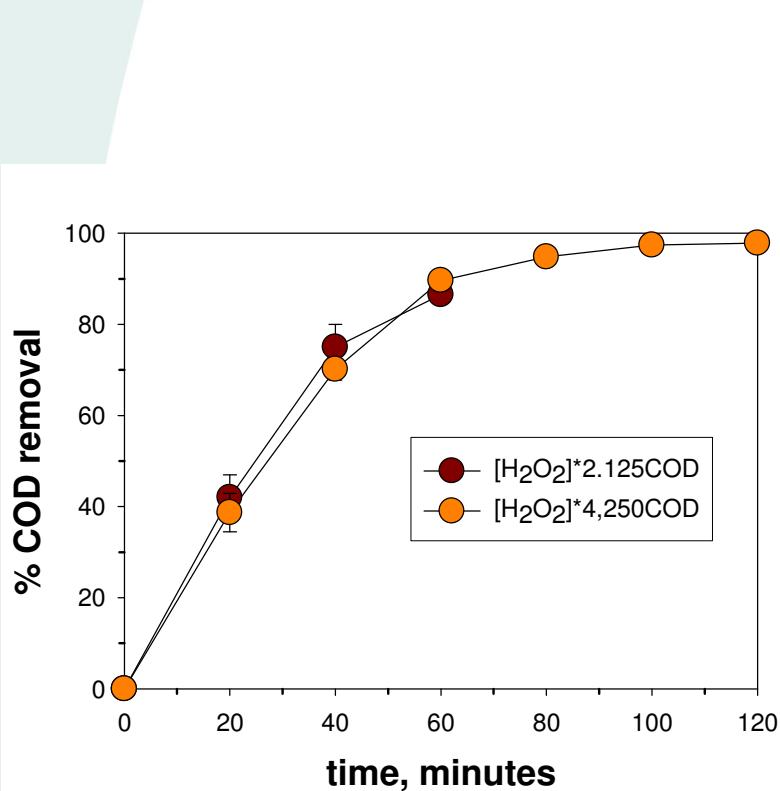
Fentonova reakcija: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev





3. REZULTATI

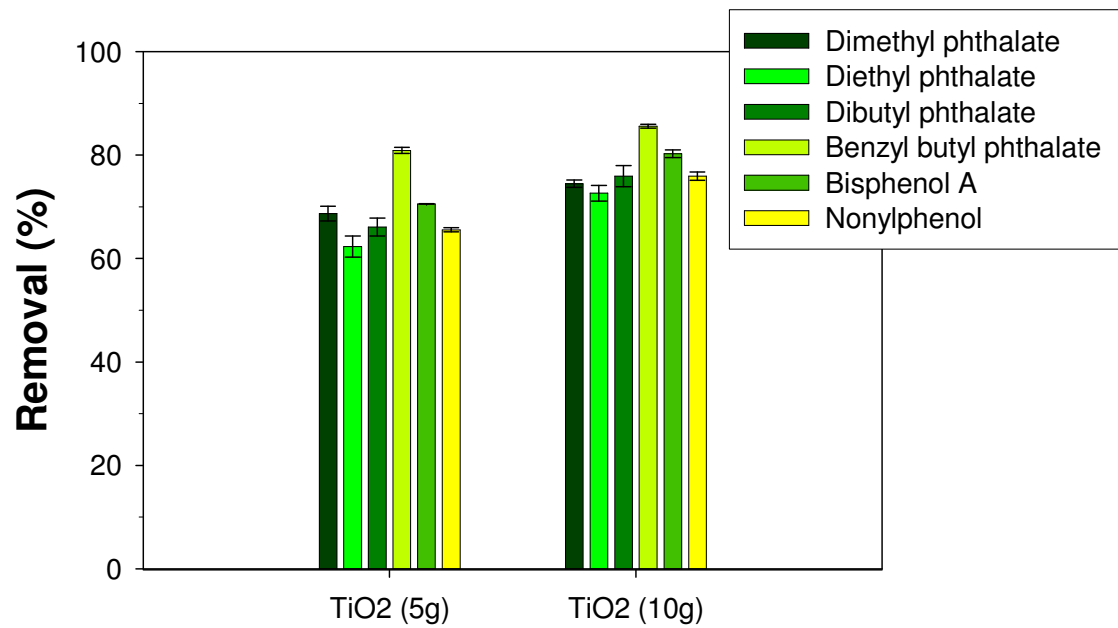
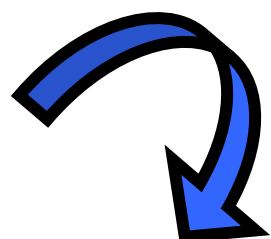
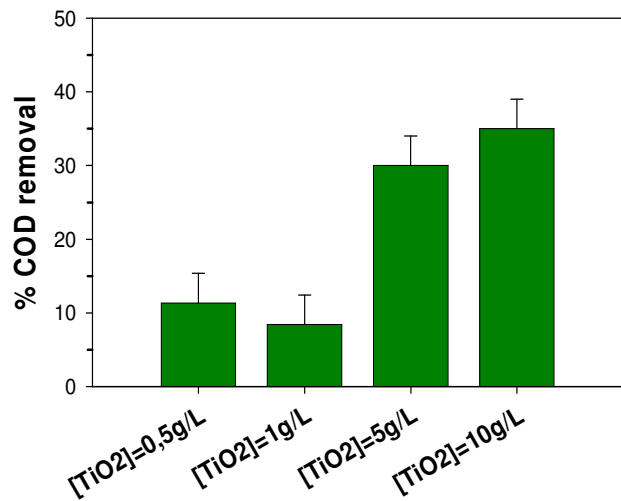
Foto-fentonova reakcija: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev





3. REZULTATI

Fotokataliza s TiO₂: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev

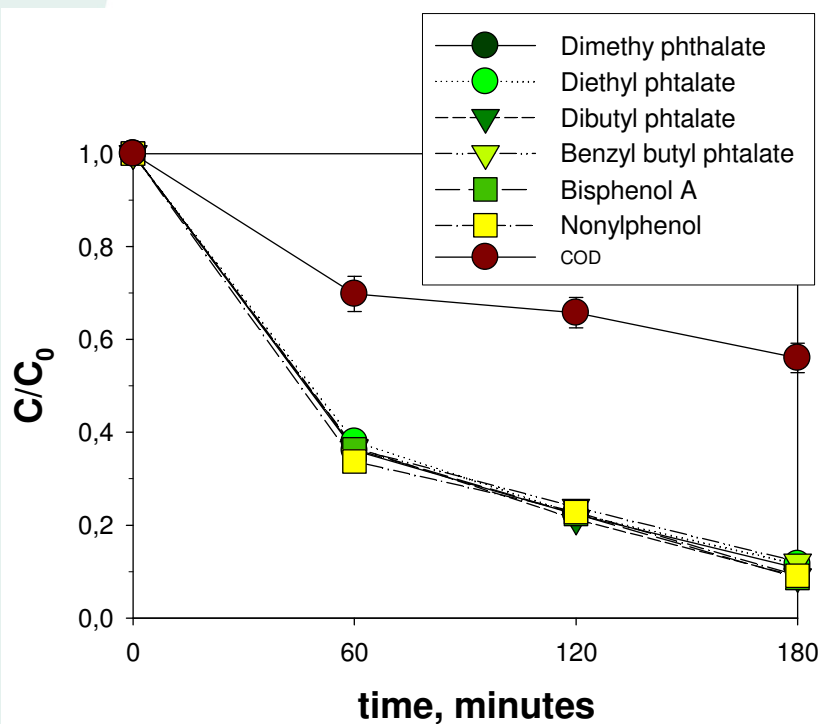




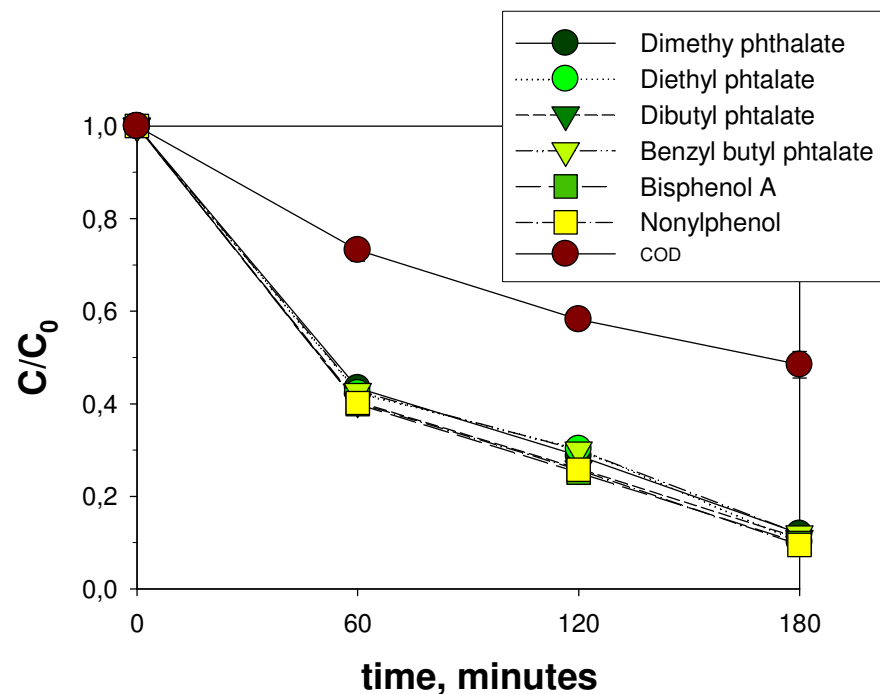
3. REZULTATI

Ozoniranje: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev

OZON



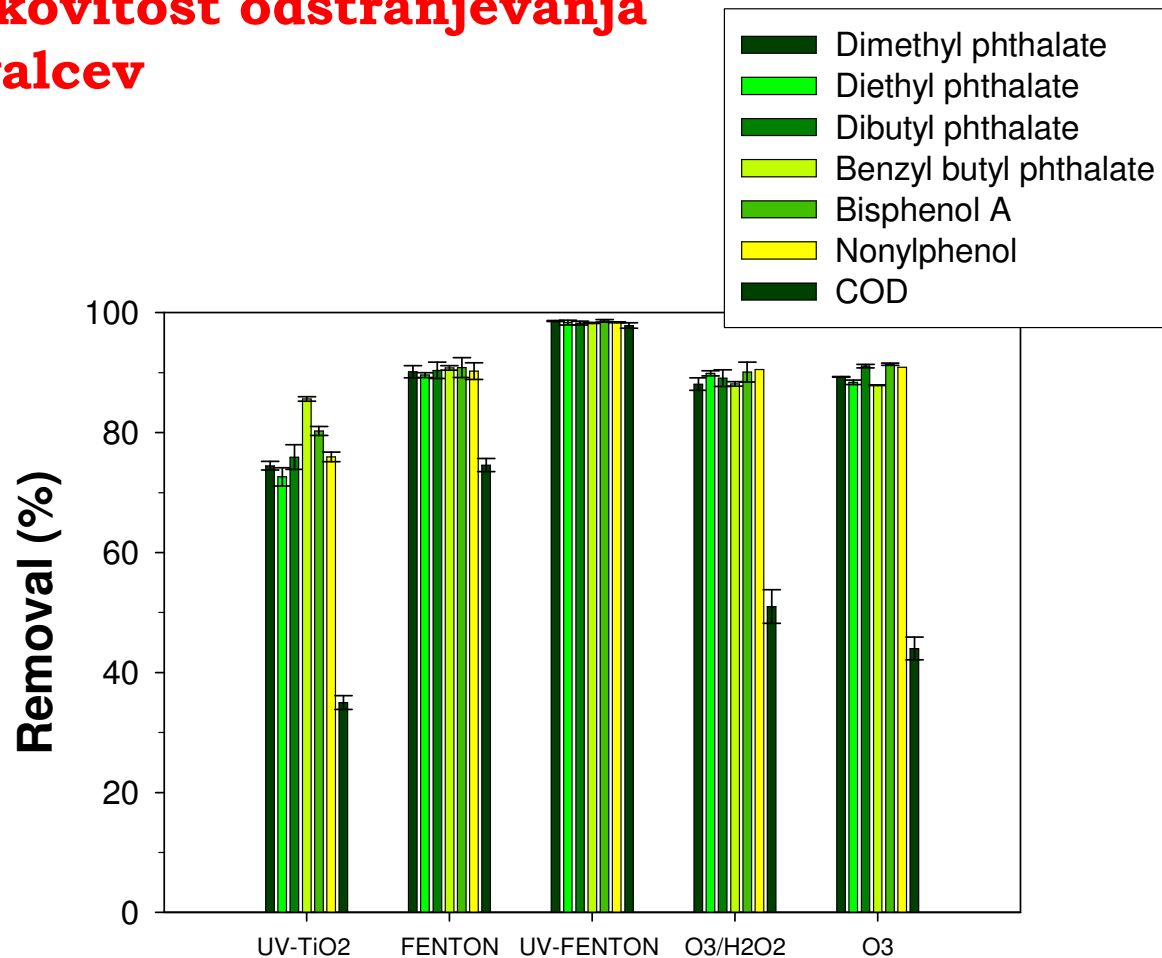
OZON + 50mMH₂O₂





3. REZULTATI

AOP: Učinkovitost odstranjevanja onesnaževalcev





\$ \$ \$ **CENA** € € €

- $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ odpadne vode / leto
- anaerobna ČN
- ozoniranje+ H_2O_2 > foto Fenton > ozoniranje > fotokataliza s TiO_2 > RO > Fenton > UF > MBR > aerobna > anaerobna

	Aerobna ČN	Anaerobna ČN	MBR	UF	RO
investicija*	4.500.000 €	5.000.000 €	300.000 €	200.000 €	250.000 €
vzdrževanje / leto*	300.000 €	0 € **	1.450.000 €	1.200.000 €	2.250.000 €
letni stroški delovanja*					
CENA (€/m³)	0.32	0.21	0.61	0.50	0.95

* Osebna komunikacija z vodjo ČN.

** stroški vzdrževanja in delovanja ČN so enaki zaslužku zelene energije.

	Fenton	foto-Fenton	Fotokataliza s TiO ₂	O ₃ /H ₂ O ₂	O ₃
Poraba energije(kWh)	/	450	450	540	540
TiO ₂ (kg)	/	/	1*	/	/
FeSO ₄ •7H ₂ O (kg)	24.31	1.17	/	/	/
H ₂ O ₂ (kg)	4.46	4.46	/	1.70	/
CENA (€/m³) †	10.44	36.26	31.90	38.07	35.64
% zmanjšanja KPK	75	96	39	59	38
€/g zmanjšane KPK†	0.007	0.018	0.039	0.031	0.045

Ocenjena ekonomska cena testiranih AOP (lab nivo):
(Fenton: [H₂O₂] / [Fe²⁺] = 1.5, [H₂O₂] / COD = 2.125;
foto-Fenton: [H₂O₂] / [Fe²⁺] = 32 [H₂O₂] / COD = 2.125;
fotokataliza: [TiO₂] = 10 g/L, čas=120 min;
O₃: čas = 180 min;
O₃ / H₂O₂: [H₂O₂] = 50 mM, čas = 180 min).

* Considering a 10% catalyst replacement.

† The price of chemicals was taken from the Chemical Market Reporter; and energy price was 0.066 €/kWh (osebna komunikacija z vodjo ČN).



ZAHVALA



“PROLIPAPEL” (S-0505/AMB-0100)

Funded by the Regional Government of Madrid (Spain).



“AQUAFIT4USE” (211534)

Funded by the European Union.

“AGUA Y ENERGÍA” (CTM2008-06886-C02-01)

Funded by the Ministry of Science and Innovation (Spain).



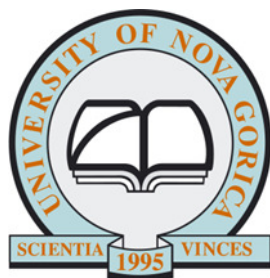
Slovenian Technology Agency.





V NARAVI NI ODPUŠČANJ ALI KAZNI, SO SAMO POSLEDICE!

Lao Tzu



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

