POKROČILÉ REMEDIAČNÍ TECHNIKY PODPOROVANÉ ELEKTRICKÝM PROUDEM

PETR BENEŠ, JURAJ GRIGEL, ONDŘEJ ŠNAJDAR, MARTINA VIDRMANOVÁ, MIROSLAV MINAŘÍK

Inovativní sanační technologie ve výzkumu a praxi

15.10.201ř

ÚVOD

- Sanační technologie narážení na stále větší výzvy
- Obtížně sanovatelné lokality
- Omezené finanční prostředky a čas
- Hledání nových cest
- Konvenční technologie → pokročilé (redoxní) - využívají transferu elektronu
- **Nejlevnější elektron z elektrického proudu**
- Kombinace elektronu „chemického" z oxidantu s elektronem „ze zásuvky"
- Velmi efektivní ekonomicky a z hlediska pozitivního využití elektromigračních jevů
- **EPS biotechnologie – CO NA TO BIOTA?**

SOUČASNÝ STAV ZNALOSTÍ - PRAXE

SVĚT:

- Nano Fe aplikováno s podporou SS proudu v Japonsku – výsledky nejednoznačné
- Aktivace PDS SS proudem zmiňována okrajově jako funkční, mikrobiologie nezmiňována

ČR:

- 2010 – 2013 TUL + MEGA aktivace (zefektivnění) nanoFe SS proudem – patent, články
- Logické pokračování aktivace PDS – patent
- Sledování mikrobiologické stránky – těžiště v EPS

PROJEKT (TUL, MEGA a.s., EPS, s.r.o.)
Pokročilé in situ sanační technologie podporované elektrickým polem

CÍLE

- Jak efektivně kombinovat účinnost oxidantu, elektrického proudu a potenciál bioremediace

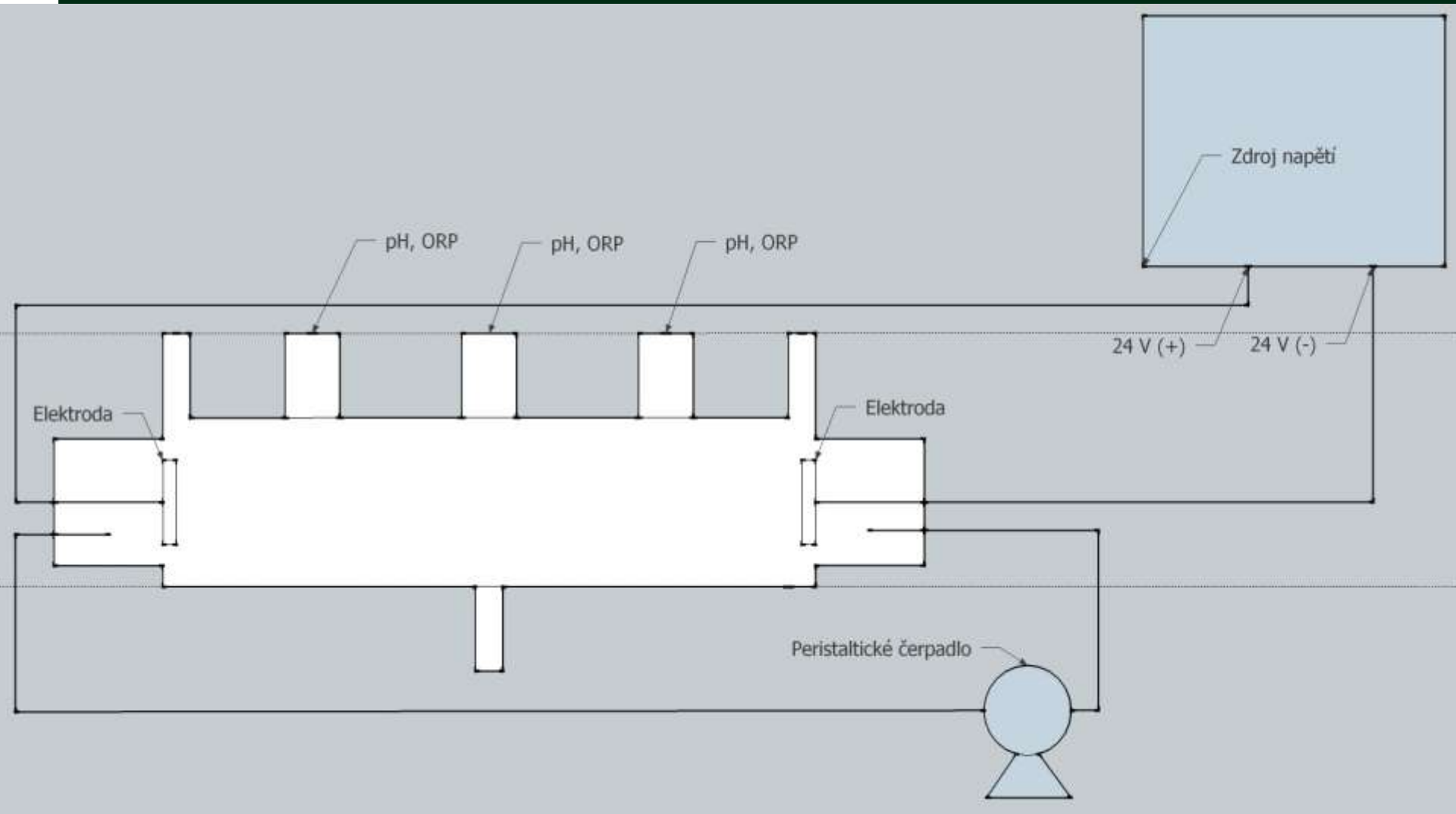
- Prezentována dvě kola experimentů
  - Kolonový experiment bez kontaminantu
  - Reaktorový systém s kontaminantem

KOLONOVÝ EXPERIMENT

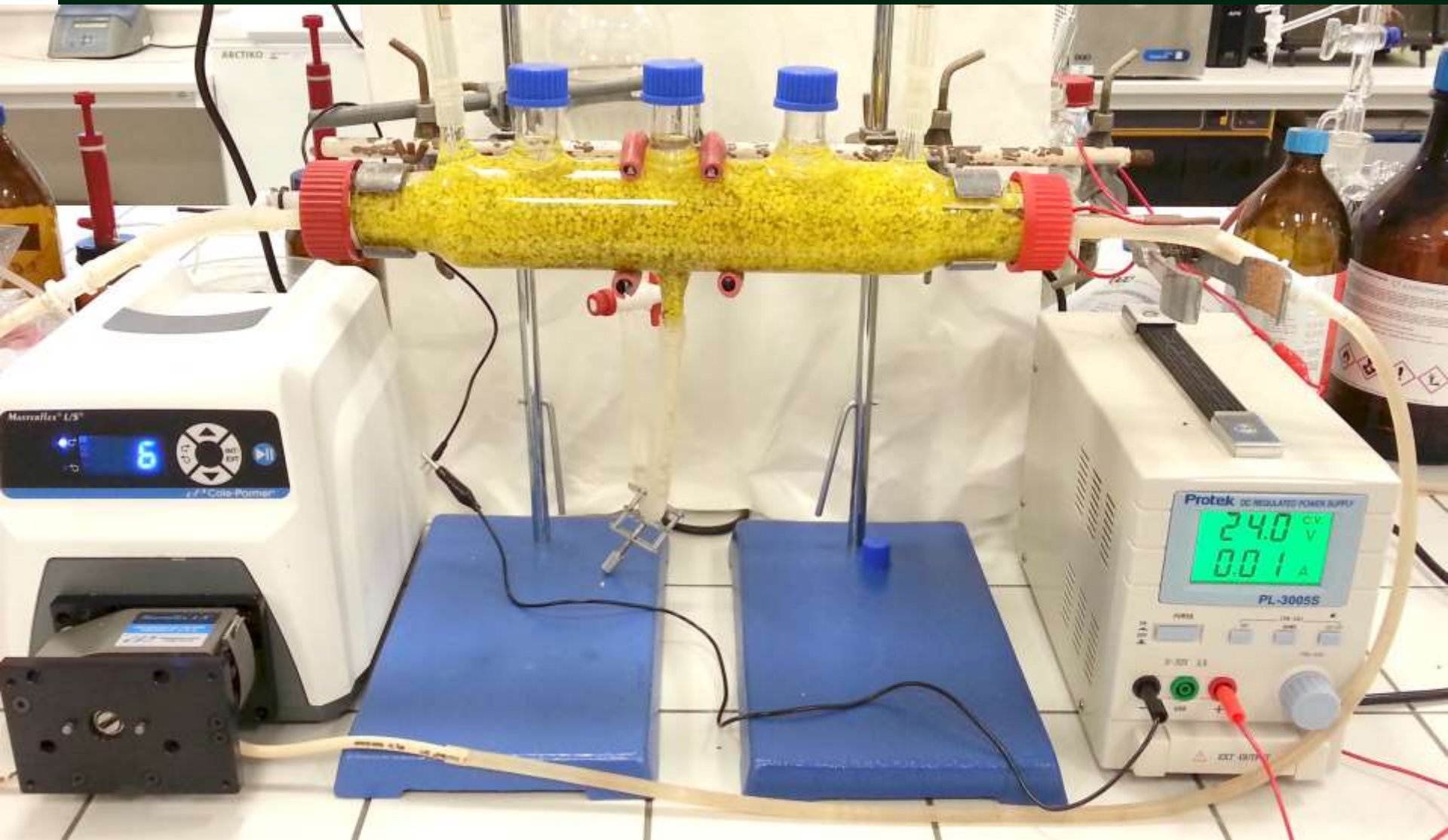
Musí umožnit:

- Sterilizaci před experimentem
- Vsádkový i cirkulační provoz
- Měření FCH parametrů během experimentu
  - c PDS (oxidantu)
  - pH
  - ORP
  - T
  - Vývoj plynů (V O_2, V H_2)
  - U, I
- Kontinuální odběr vzorků pro mikrobiologická stanovení
- Po ukončení experimentu (48h) extrakce matrice a provedení kultivací, případně delší kultivace

REALIZACE


Zdroj napětí
pH, ORP
pH, ORP
pH, ORP
24 V (+)
24 V (-)
Elektroda
Elektroda
Peristaltické čerpadlo

PROVEDENÉ EXPERIMENTY

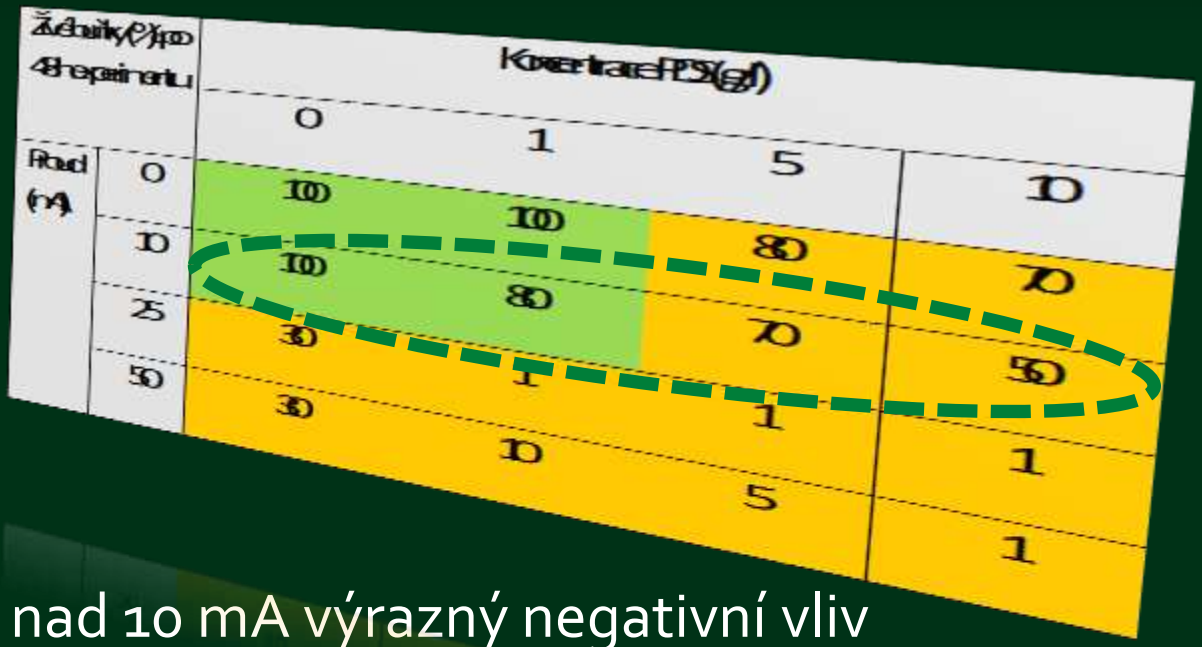


VÝSLEDKY PRVNÍHO KOLA

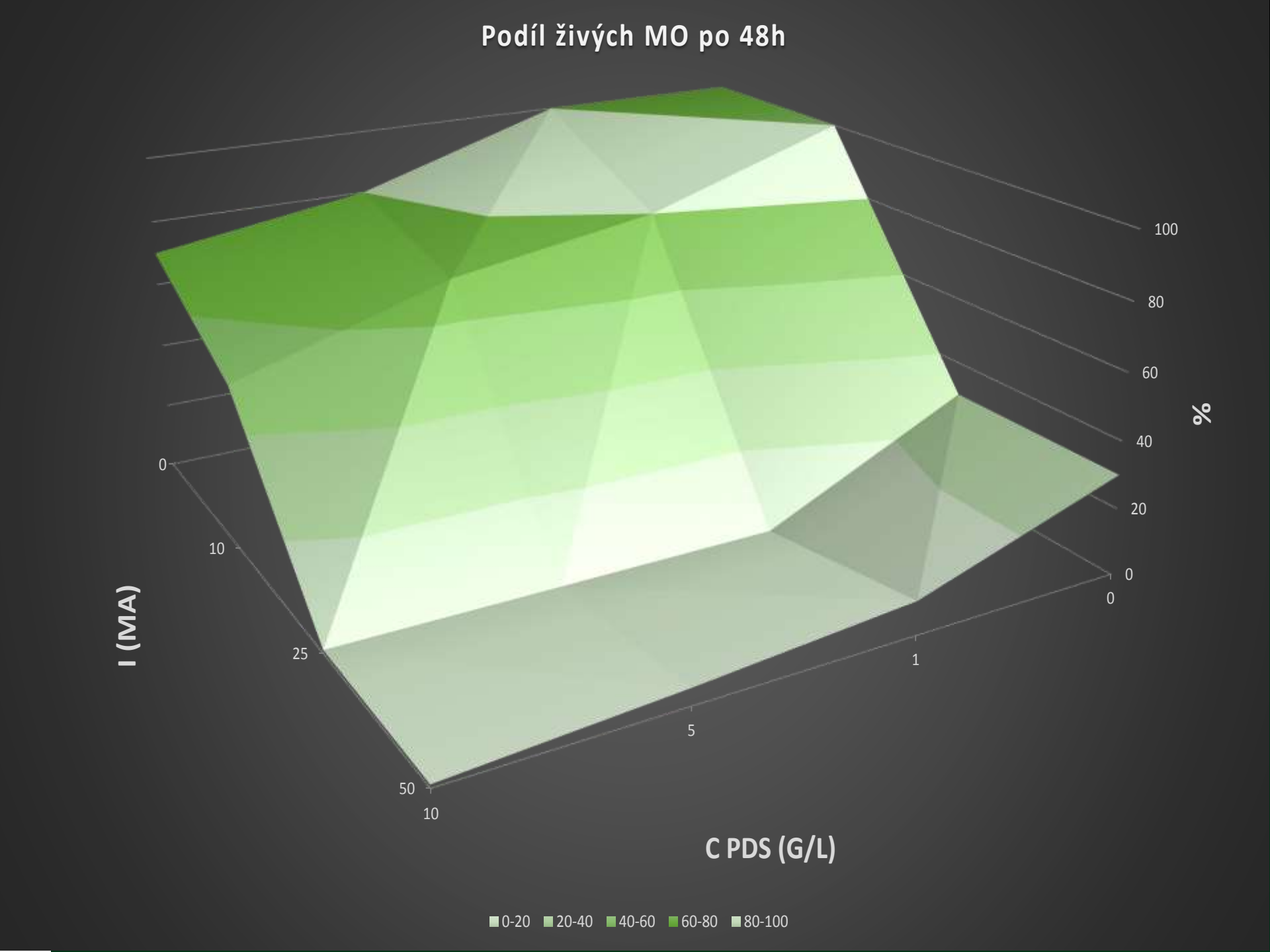
1) Volba vhodné elektrody (Pt/Pt, případně Ti)
2) Zdokumentován vliv PDS a SS elektrického proudu na směsné konsorcium MO.
3) Multikriteriální analýza.
4) Kritické parametry pro směsné konsorcium mikroorganismů.
5) Maximální hodnoty proudu a koncentrace PDS jako výchozí pro další kolo experimentů - reaktor.

MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA

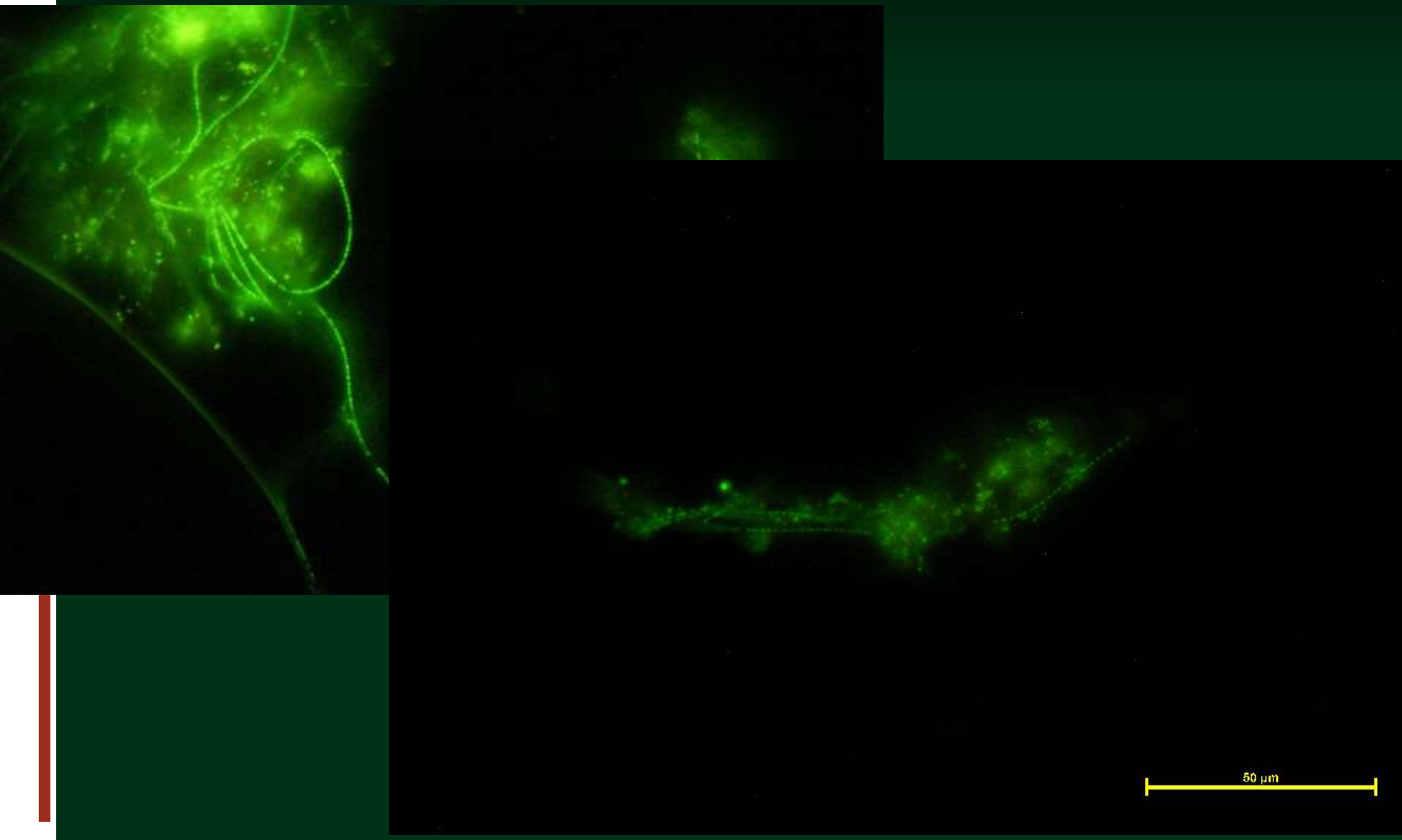
Multikriteriální analýza:



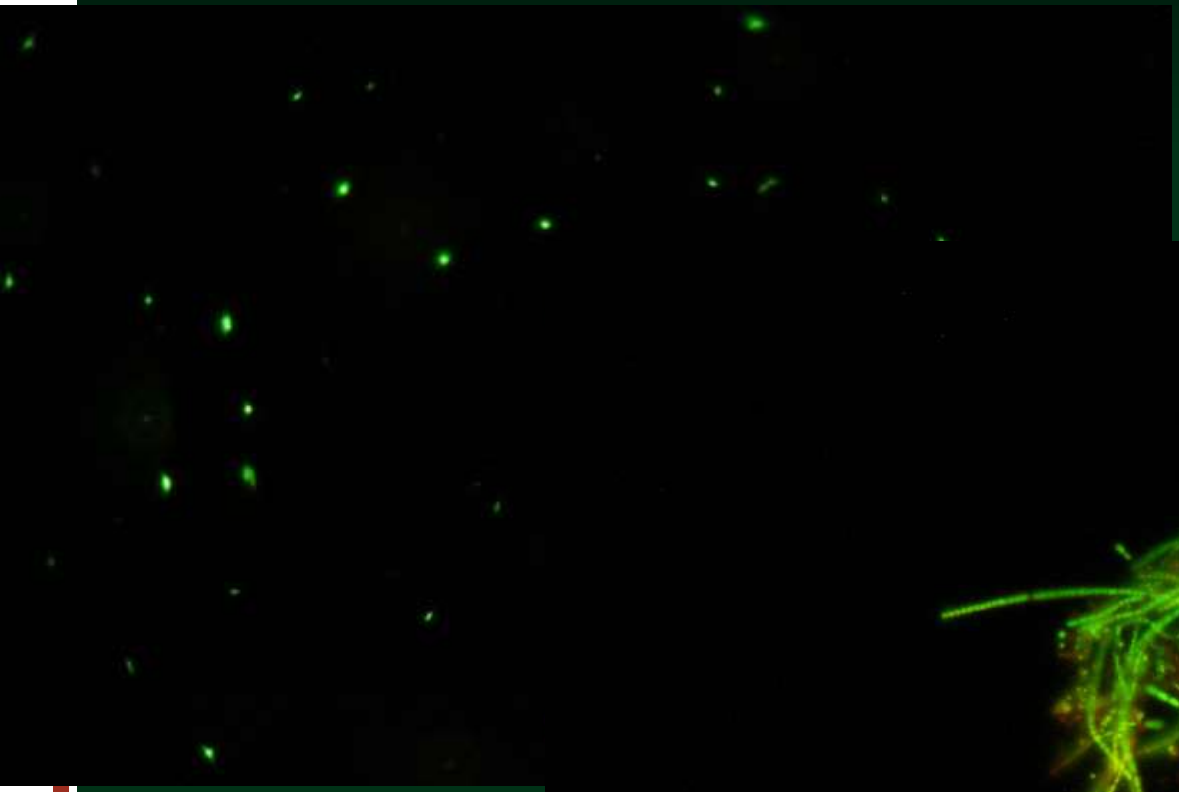
Proudy nad 10 mA výrazný negativní vliv
I koncentrace PDS 10 g/l přečkatelná (v podobě přisedlých filmů a shluků)
Pro další kolo experimentů nezbytné zachovat přítomnost pevné matrice – nosič s rolí **protekce biofilmů**.

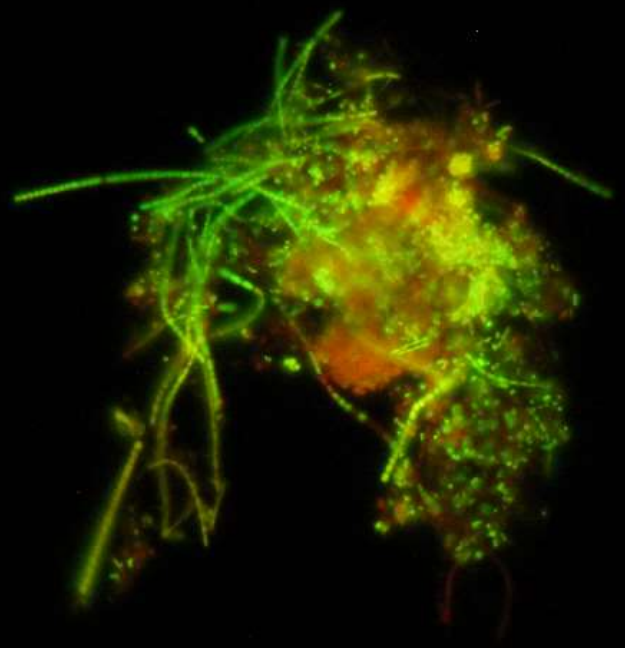

Podíl živých MO po 48h
100
80
60
40
20
0
%
0
10
25
50
I (MA)
0
1
5
10
C PDS (G/L)
0-20
20-40
40-60
60-80
80-100

POZITIVNÍ KONFIGURACE 0H/48H

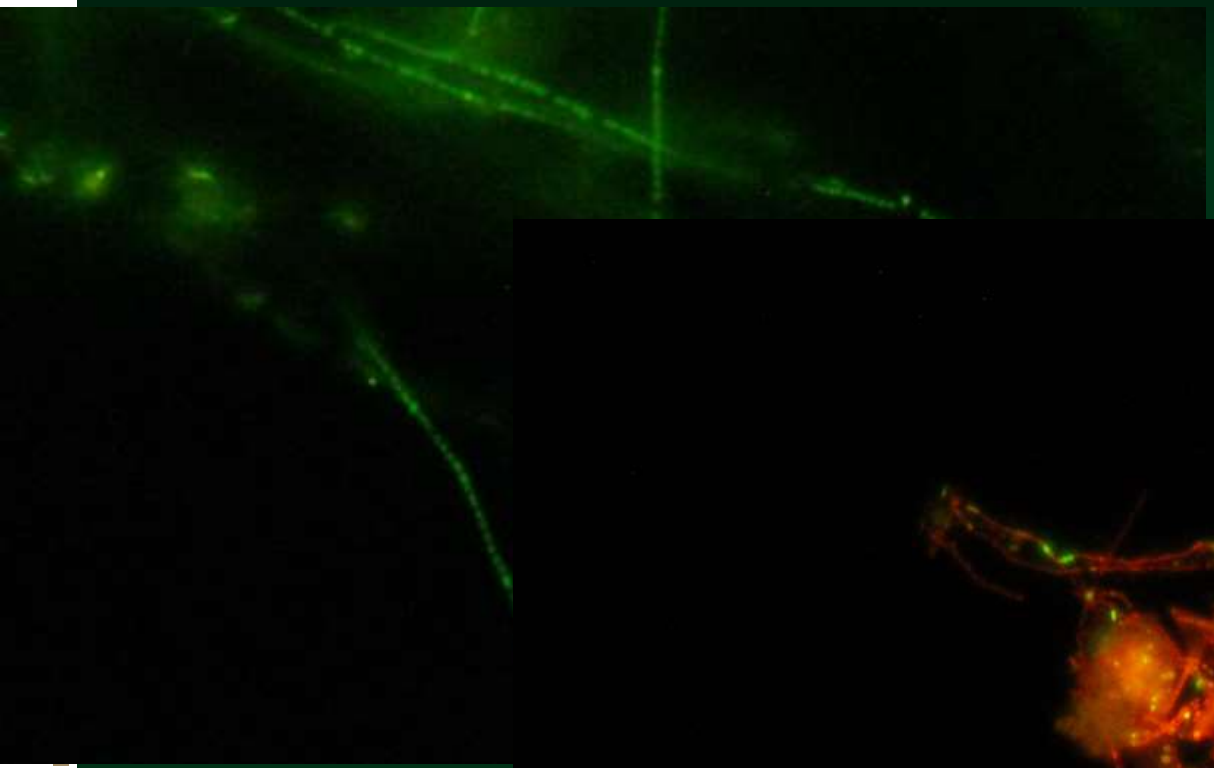


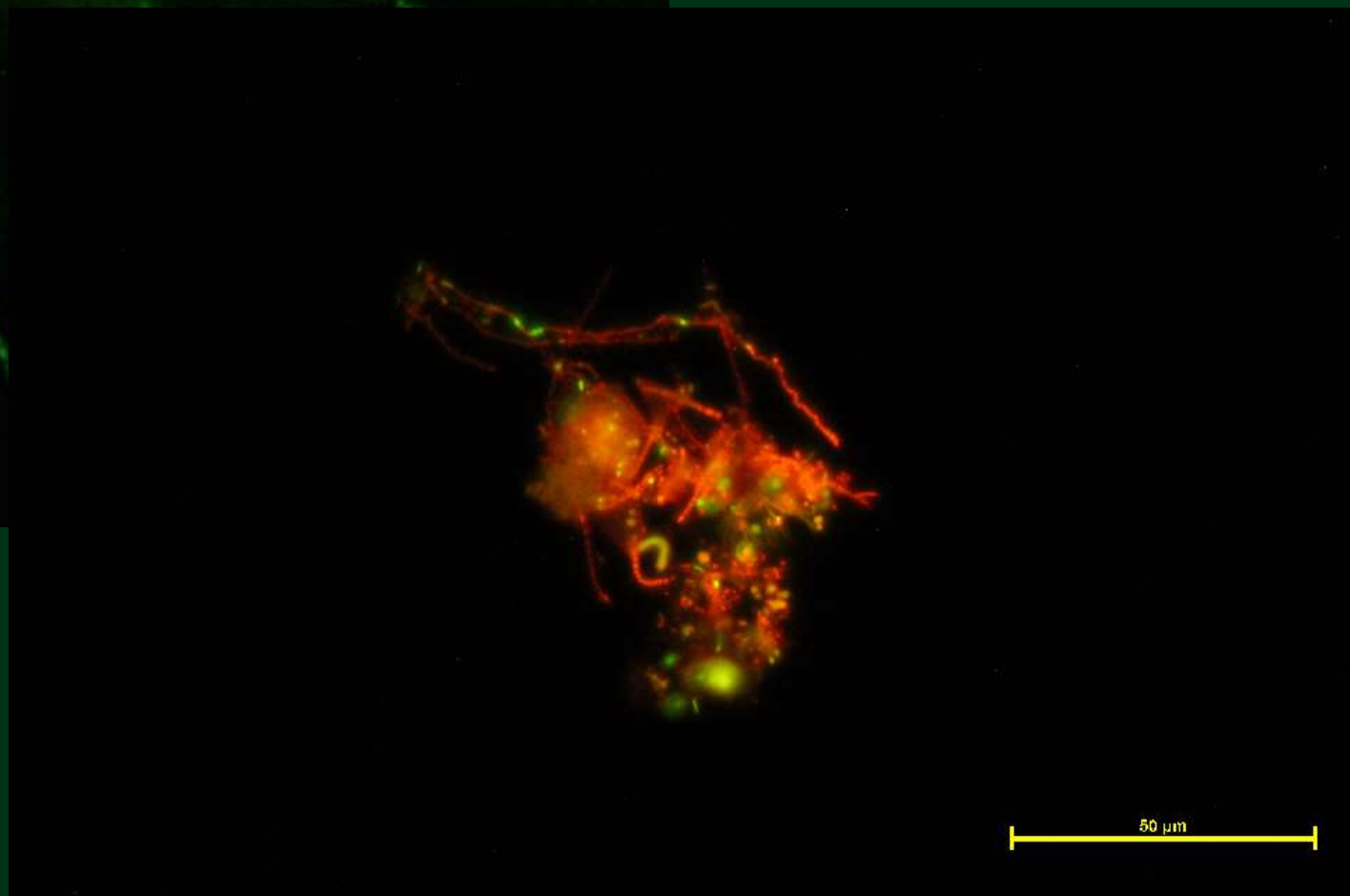
MEZNÍ KONFIGURACE 0H/48H





NEGATIVNÍ KONFIGURACE 0H/48H





DRUHÉ KOLO EXPERIMENTŮ

REAKTOROVÝ SYSTÉM

REAKTOROVÝ SYSTÉM

VSTUPNÍ DATA:

- Známe vhodné konsorcium
- Známe kritické parametry

ROZŠIŘUJEME:

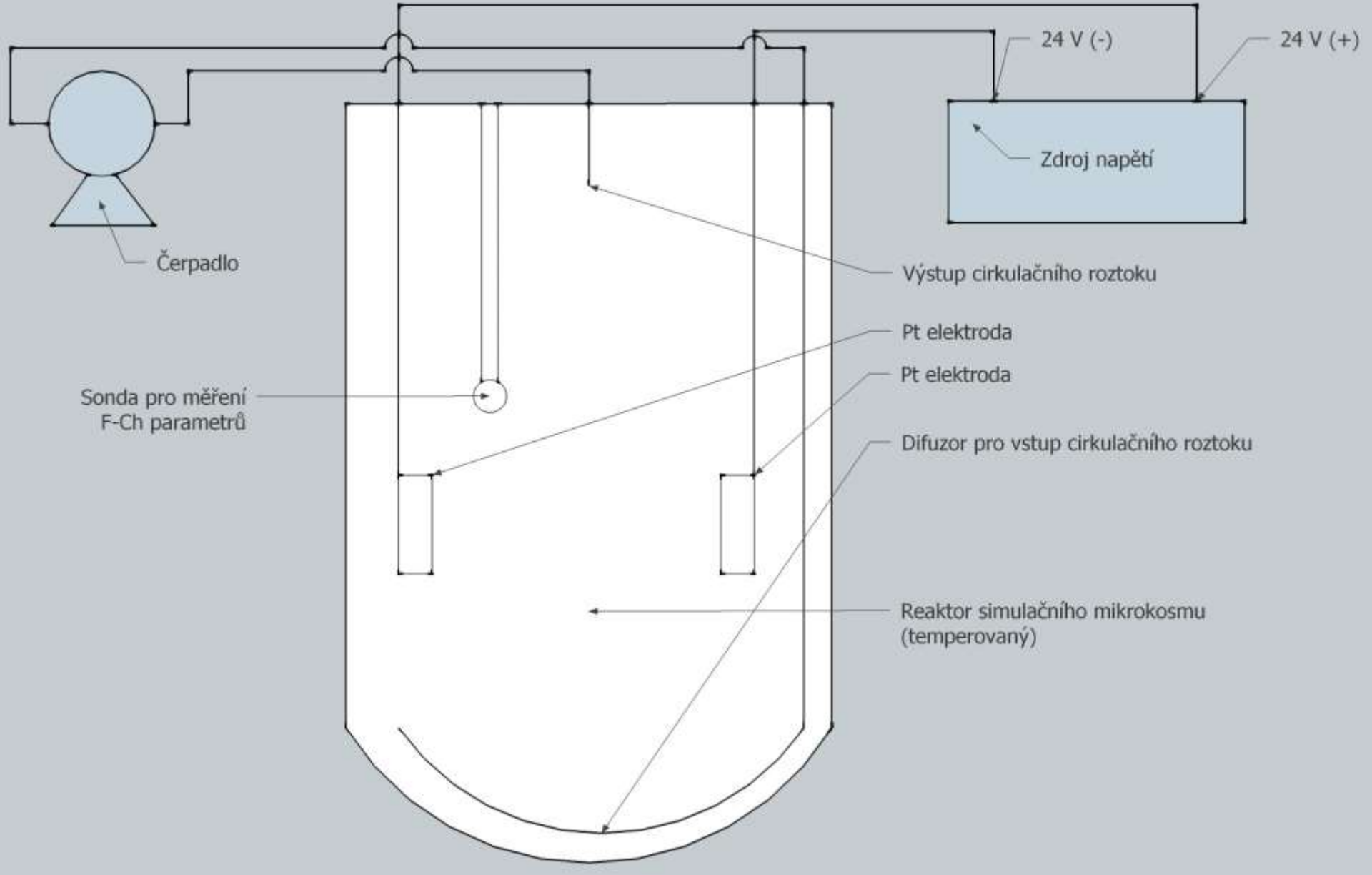
Funkce = **odstranění kontaminantu (C10)**

- V reaktoru pevná náplň + MO + kontaminant
- Sledujeme MO a kontaminant v závislosti na:
  - cPDS, proud, teplota, dávky živin, cirkulace

VÝSTUP:

Multikriteriální analýza FUNKCE = destrukce kontaminantu a vitalita a viabilita sledovaných biologických činitelů.

NÁVRH REAKTORU



REALIZACE REAKTORU

EPS biotechnologie

EXPERIMENTY V REAKTORU

PARAMETRY (z prvního kola)

- Pevná náplň.
- Roztok RU.
- Kultivační médium.
- Roztok PDS o koncentraci 5 g/l.
- Pt elektrody 11 V (vzdálenost elektrod byla 11 cm, napětí je tedy 1 V/cm.
- Proud 20 mA.
- Cirkulace 200 ml/h.

EXPERIMENT 72H

- Odebrán vzorek a stanoven parametr C10-C40.
- Stanoveny biologické parametry.

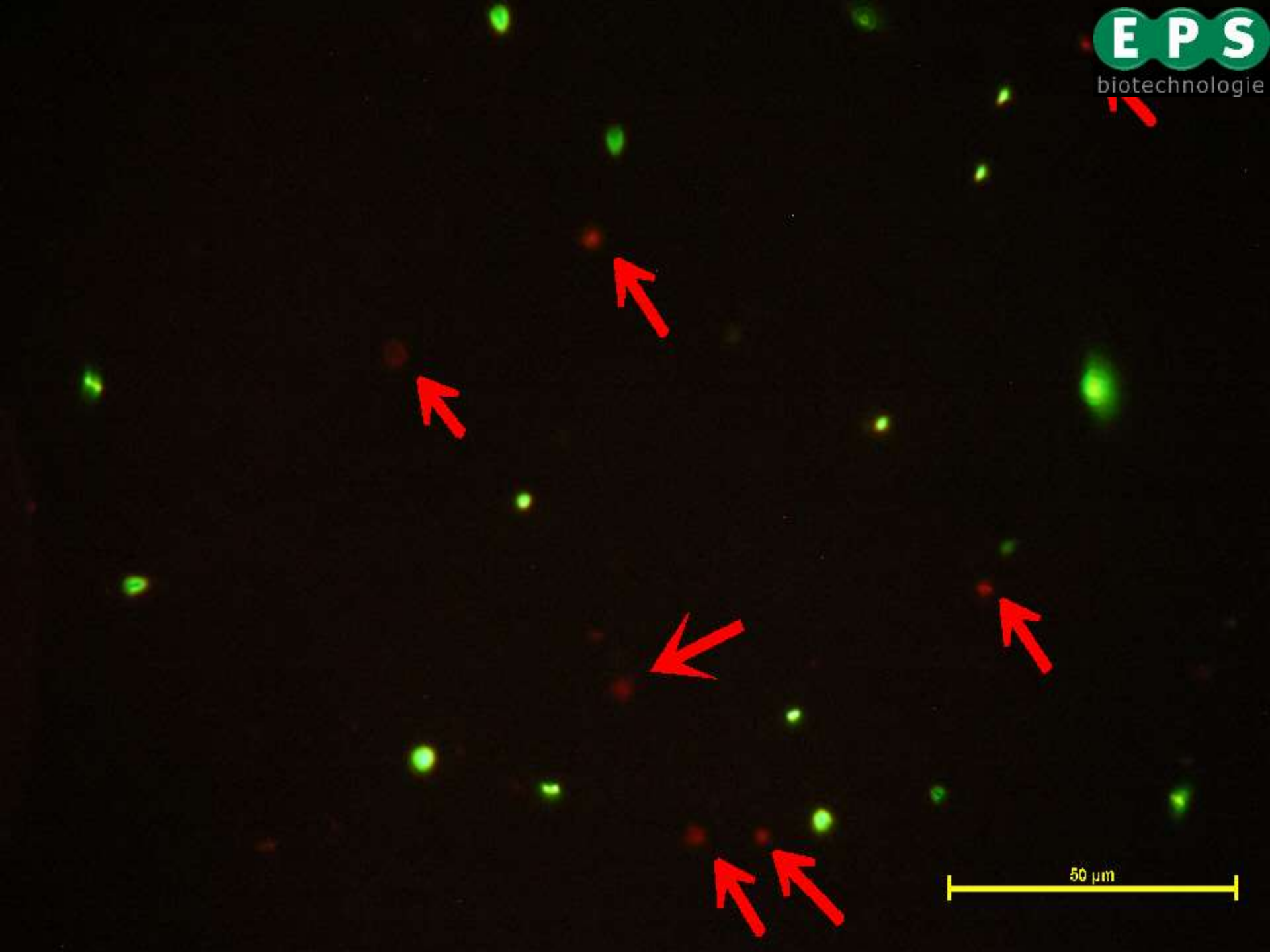
VÝSLEDKY

ABIOTICKÉ C10-c40

- Koncentrace v reaktoru klesla na 0,47 mg/l.
- Koncentrace ve slepém vzorku byla 2,8 mg/l.
- **Odstranění 83 % přítomné kontaminace.**

BIOLOGICKÉ

- Posouzení přítomné bioty z hlediska L/D analýzy.
- Po ukončení experimentu (72 h) 60 % aktivních MO
- Oživení systému přidáním nutrientů (N, P, K) výrazné zvýšení vitality


E P S
biotechnologie
50 µm

ZÁVĚRY

- MO jsou schopny do určité míry odolávat oxidačnímu stresu a působení SS elektrického proudu.
- Systém je schopen odstraňovat sledovaný kontaminant.
- Mikroorganismy přežijí v podobě přisedlých biofilmů.
- Lze následně oživit aplikací nutrientů a akcelerovat bioremediační procesy.
- Kombinace SS proud, oxidant, biologický činidel je v praxi realizovatelná.