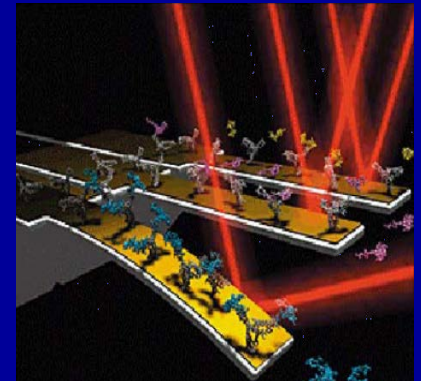
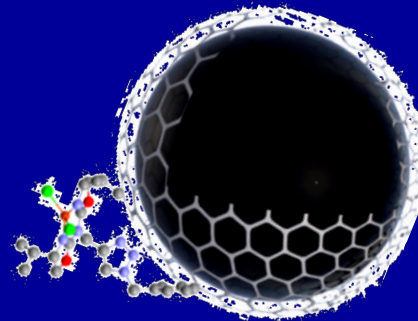


Nanomateriali v okoljevarstvu in senzoriki

Aleksandra Lobnik

Univerza v Mariboru, FS
Center za Senzorsko tehniko
Laboratorij za kemijo in
okoljevarstvo



IOS, Institut za okoljevarstvo in
senzorje, d.o.o



NANOFUTURE

Nanomaterials for the Future

nanofuture.si

**Winter Workshop for pHD and Post Doc students
With 3 ECTS**

February, 2015

Hotel Arena / Maribor / Slovenia

Workshop Chair: Prof.Dr. Aleksandra Lobnik

E-mail: aleksandra.lobnik@um.si

NANOAPP

Conference Bridging Research and Industry

nanoapp.si



Nanomaterials & Applications

Julij 2015, Zadar, Croatia

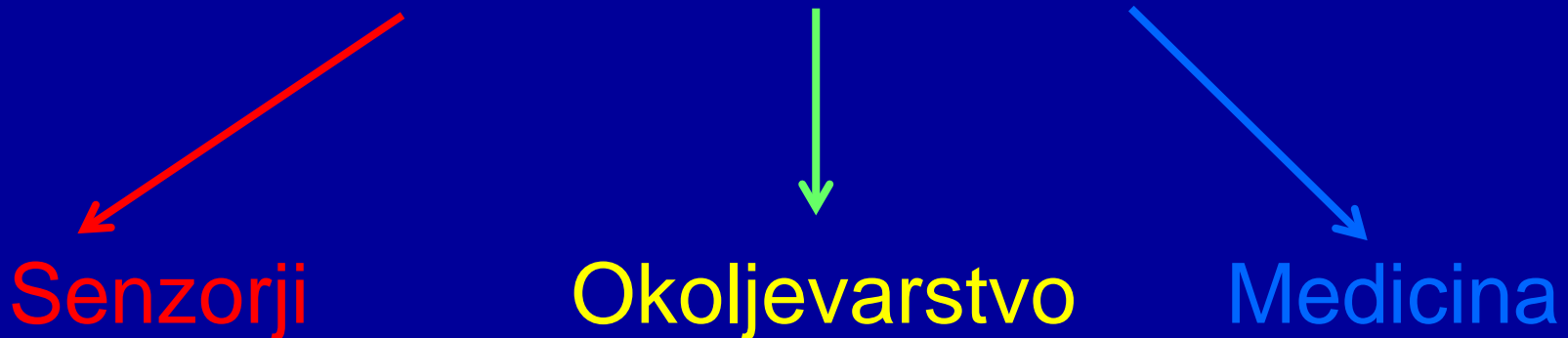
Conference Chair: Prof.Dr. Aleksandra Lobnik

E-mail: aleksandra.lobnik@uni-mb.si

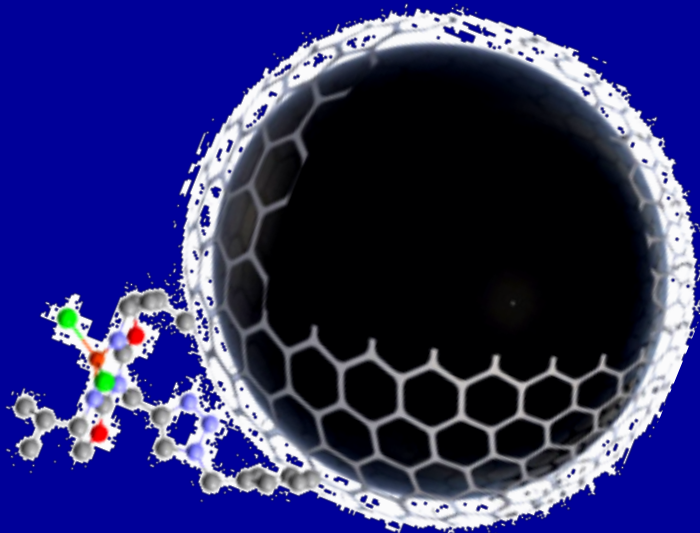
UM FS; Center za Senzorsko tehnologijo

MATERIALI

Sol-gel, Nanomateriali: SiO₂ ND, Magnetni ND, Površinska modifikacija delcev, kvantne pike, dendrimere....)



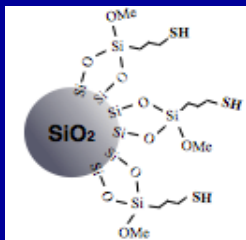
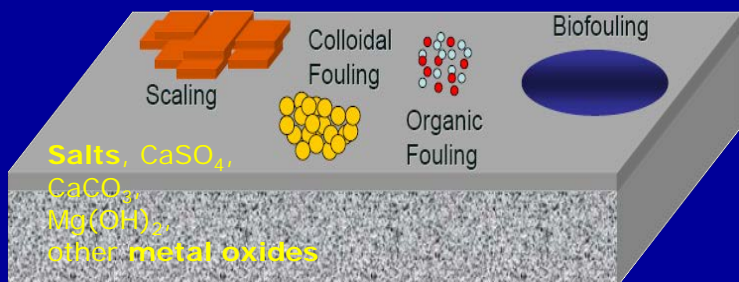
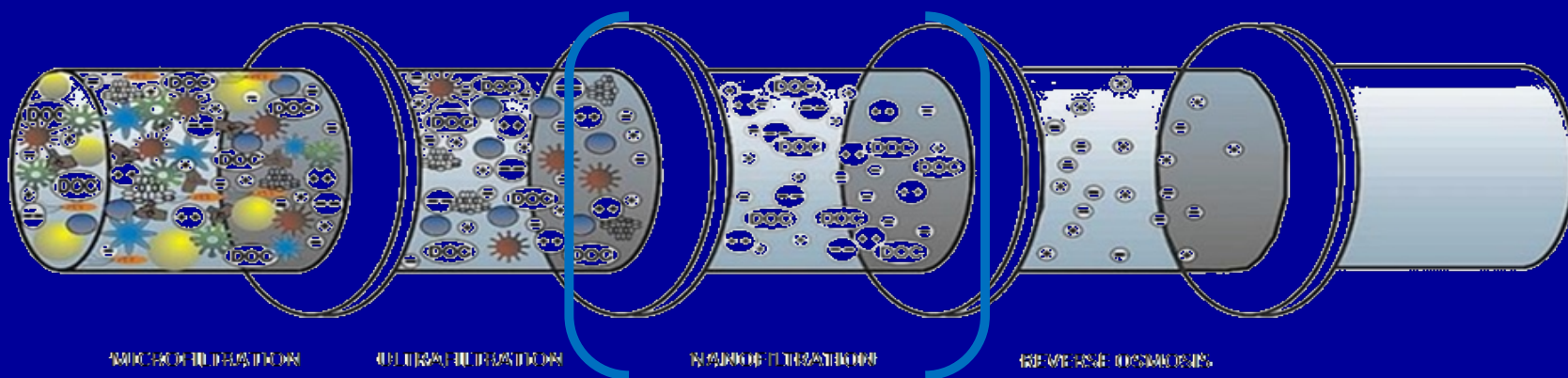
1. NANOMATERIALI V OKOLJEVARSTVU



NANOMATERILI v OKOLJEVARSTVU (NATO PROJEKT – IDEJA PROJEKTA)

- ❑ voda/odpadna voda onesnažena (~1-100 mg/L) s težkimi kovinami (Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} ... RADIOAKTIVNI ELEMENTI)

Membranske filtracijske metode

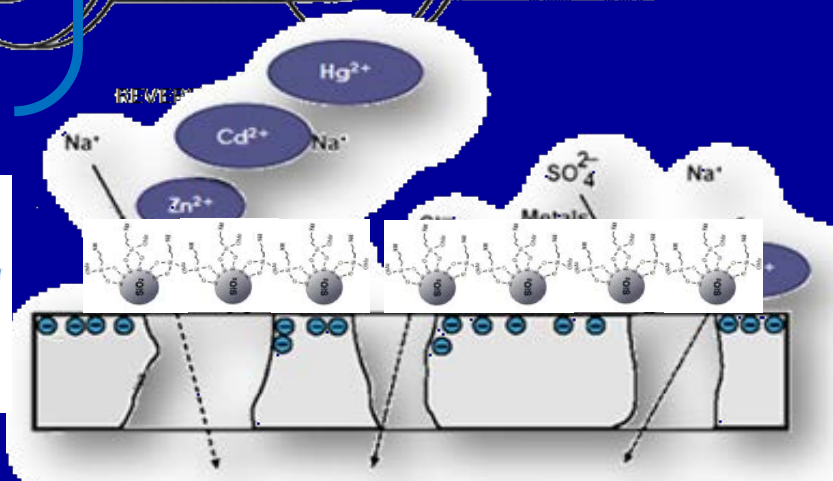
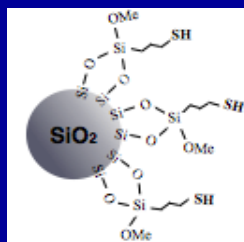
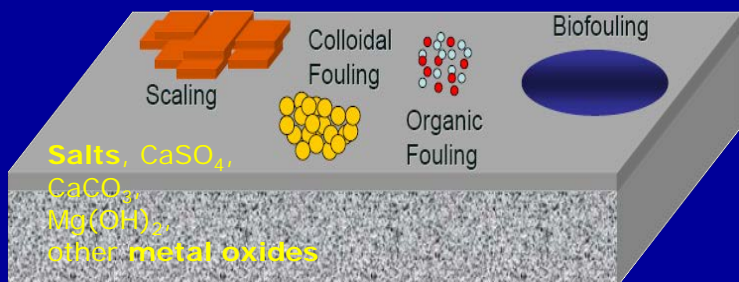
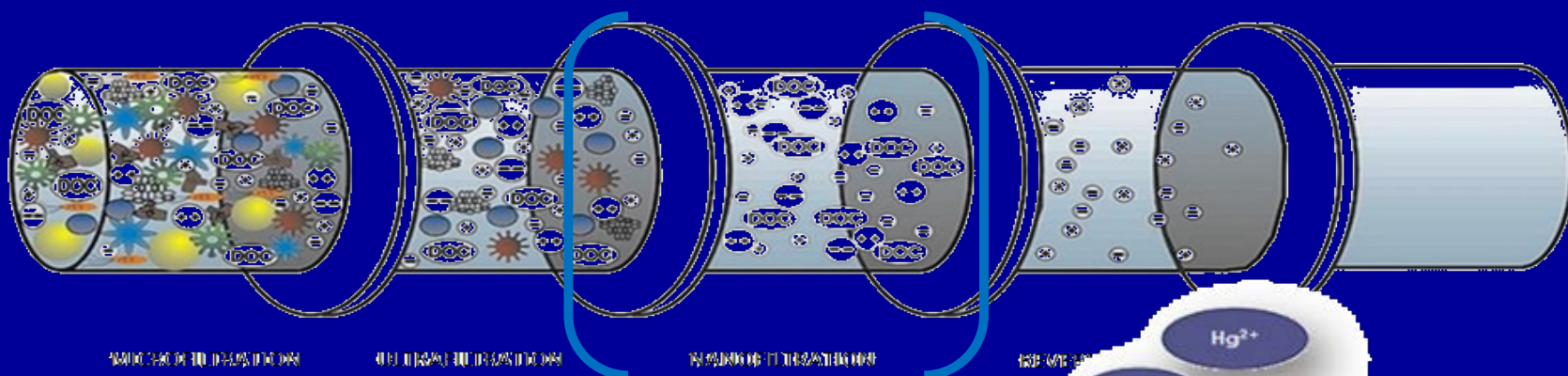


- ❑ Funkcionalizirani SiO_2 nanodelci
- ❑ ZAKAJ? PREDNOSTI?

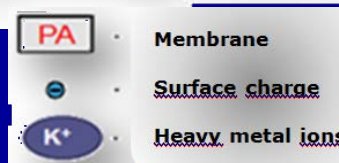
NANOMATERILI v OKOLJEVARSTVU (NATO PROJEKT – IDEJA PROJEKTA)

- ❑ voda/odpadna voda onesnažena (~1-100 mg/L) s težkimi kovinami (Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} ... RADIOAKTIVNI ELEMENTI)

Membranske filtracijske metode



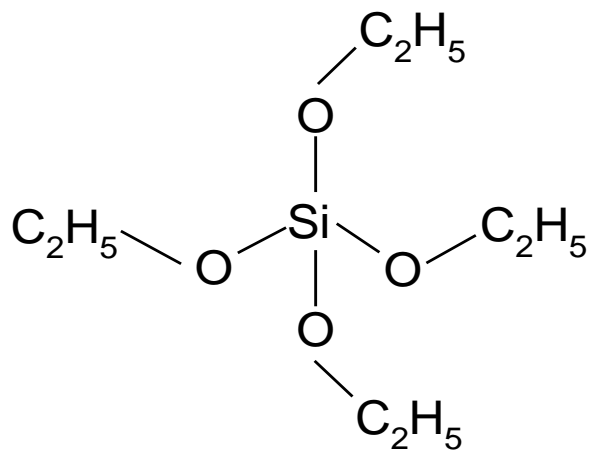
- ❑ Funkcionalizirani SiO_2 nanodelci
- ❑ ZAKAJ? PREDNOSTI?



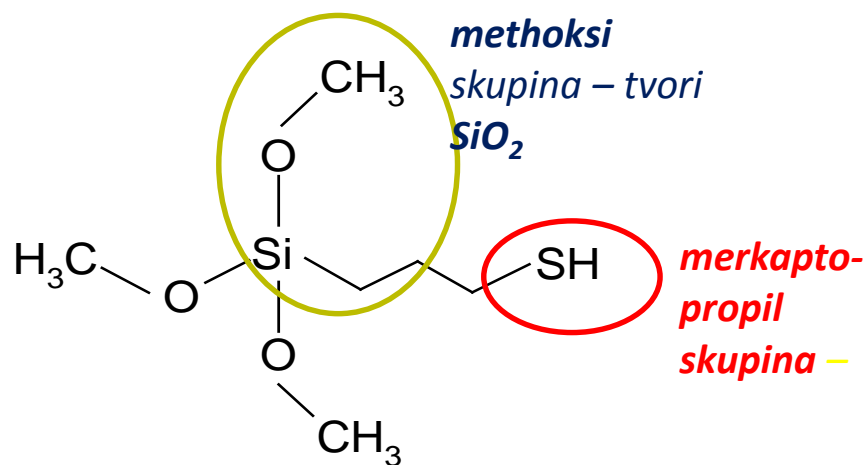
1 SOL-GEL PREKURSOR + KATALIZATOR + ALKOHOL + VODA

□ Sol-gel metoda (Stöber-jev proces)
of functionalized MPTMS - SiO₂ nanoparticles

□ Izboljšana selektivnost/funkcionalnost



Tetraetoksisilan
(TEOS)

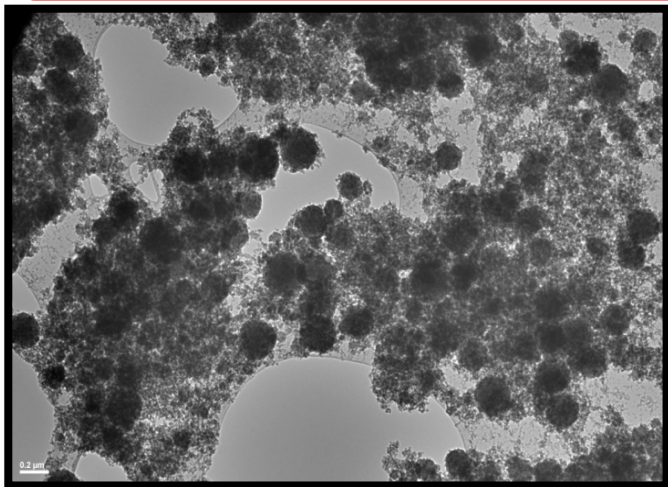


3-(merkapto-propil) trimetoksisilan
(MPTMS)

REZULTATI

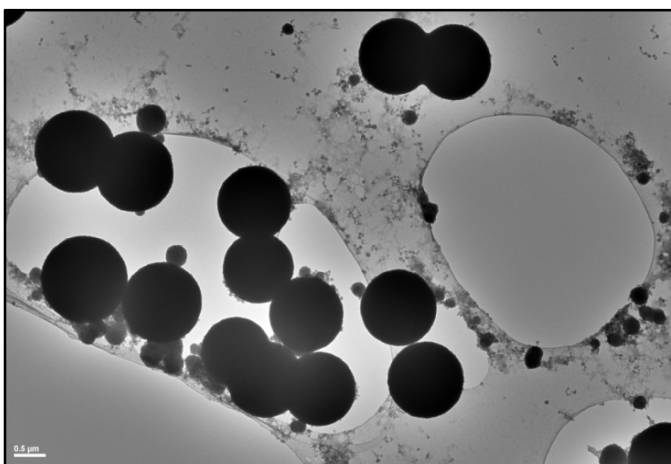
1

TEM analiza kombinacije TEOS:MPTMS

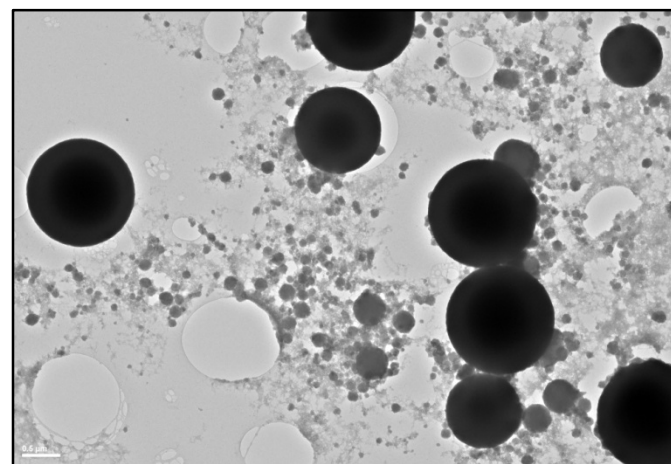


T:M R 525/ P1 /14h/50°C/~200±50 nm

T:M R 525/ P1 /14h/25°C/~580±20 nm



T:M R 525/ P 0.5 /14h/50°C/~1250±250 nm

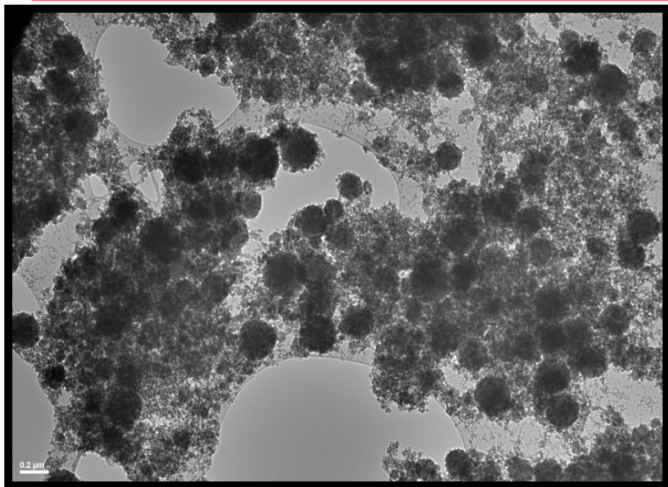


T:M R 525/ P 0.5 /14h/25°C/~950±500 nm

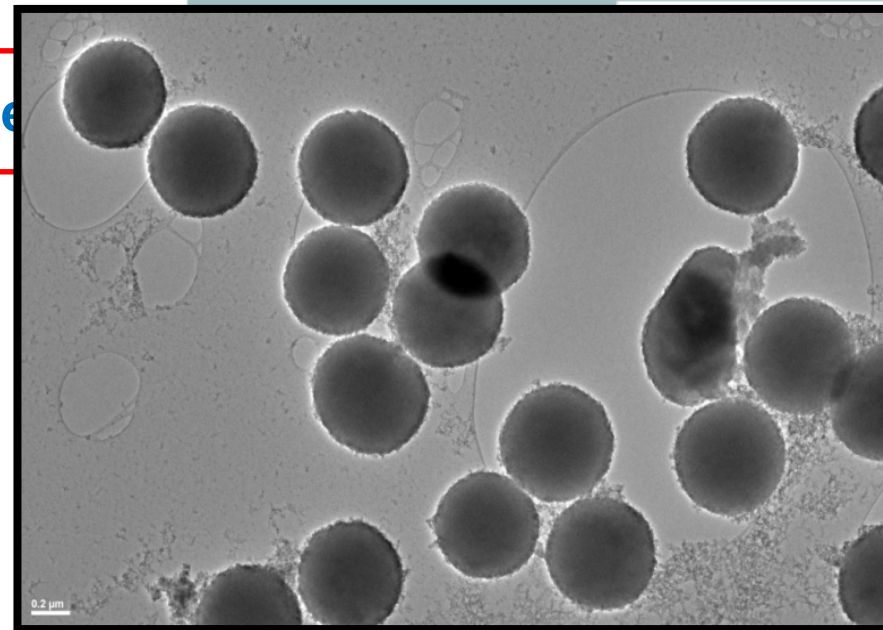
REZULTATI

1

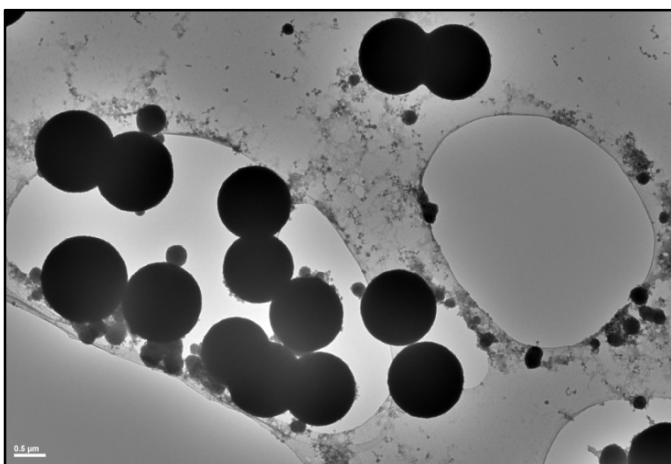
TEM analiza kombinacije



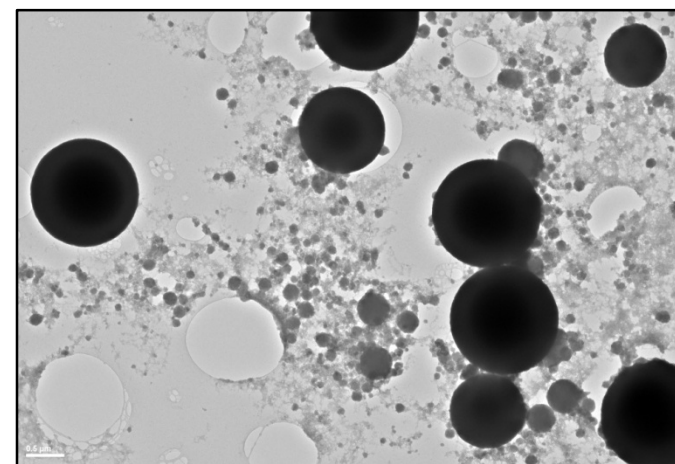
T:M R 525/ P1 /14h/50°C/~200±50 nm



T:M R 525/ P1 /14h/25°C/~580±20 nm



T:M R 525/ P 0.5 /14h/50°C/~1250±250 nm



T:M R 525/ P 0.5 /14h/25°C/~950±500 nm

ReZULTATI – Filtracijski testi

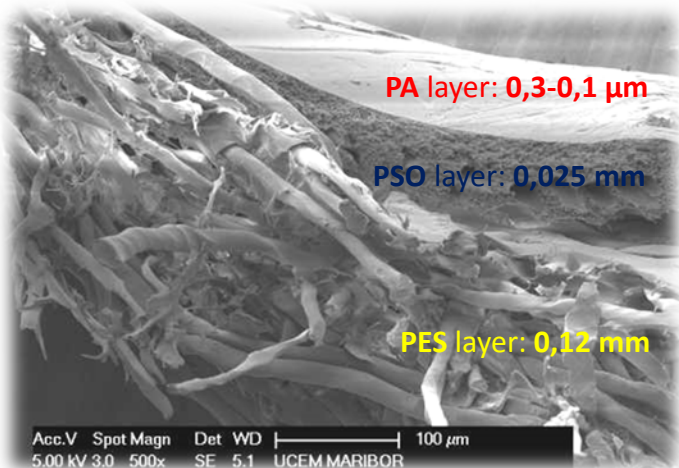
2

Pogoji filtriranja:

• težke kovine:

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ & $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \times \text{H}_2\text{O}$:
conc. 100 mg/L

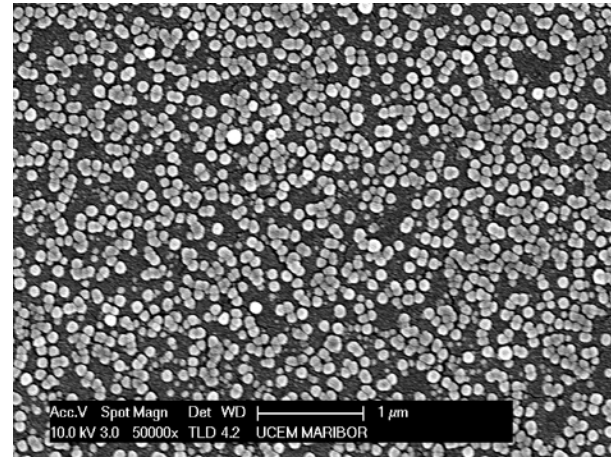
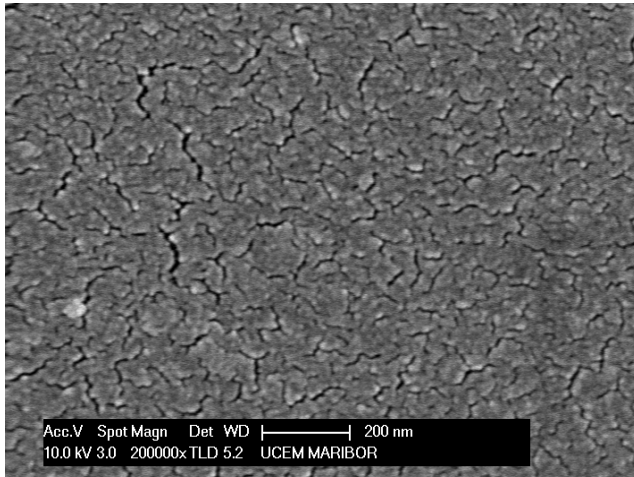
- pH ~4
- 5, 20 in 44 bar;
- T: sobna
- filtracijski čas: 1h 30 min



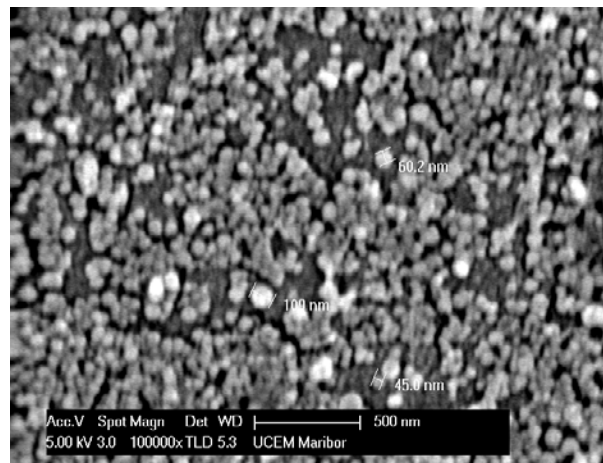
Rezultati – filtracija z modificiranimi membranami

3

SEM microscopy images of membranes after filtration



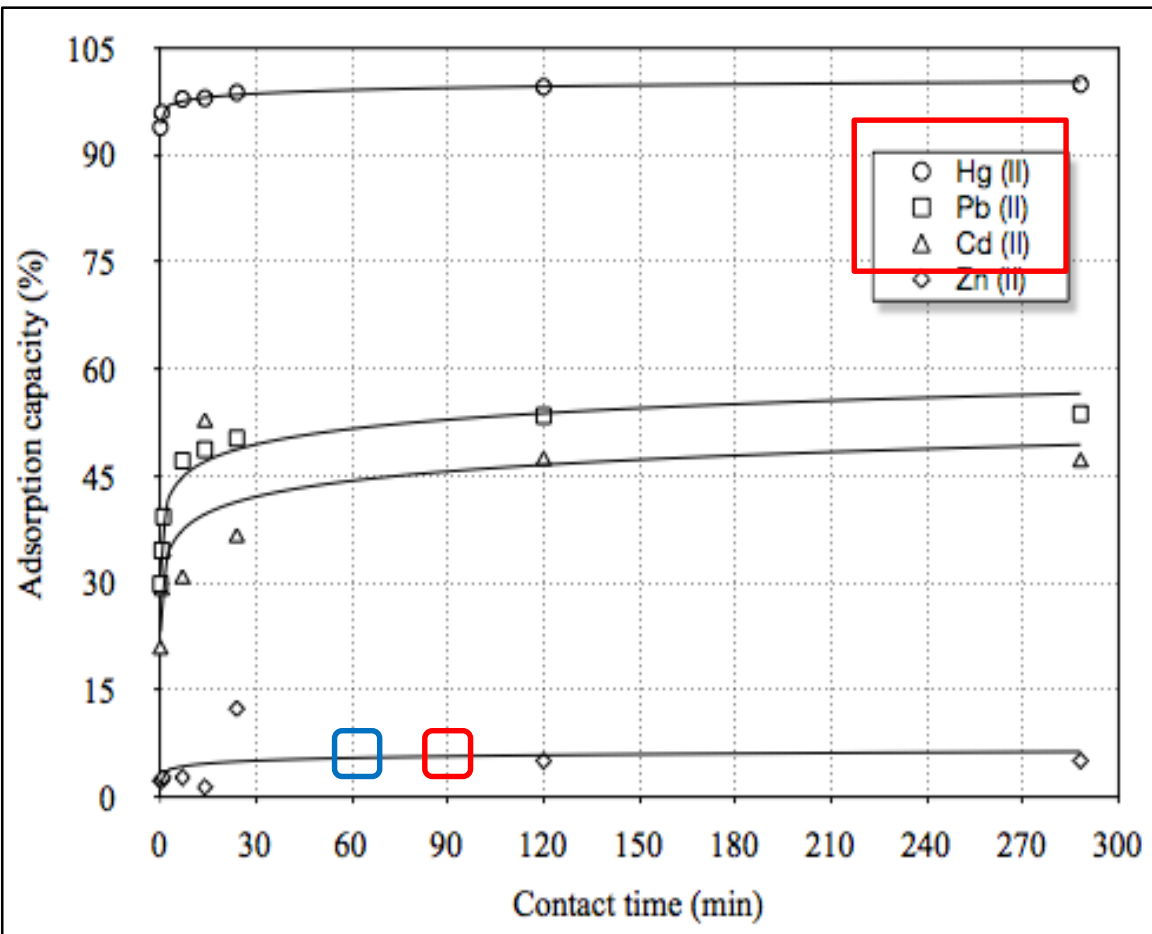
TEOS R 525/14h/50°C



TEOS:MPTMS R 525/ P1/14h/50°C

REZULTATI (Slovenski patent)

1



▪ Nanodelci:

T:M R 525/P1/14h/25°C

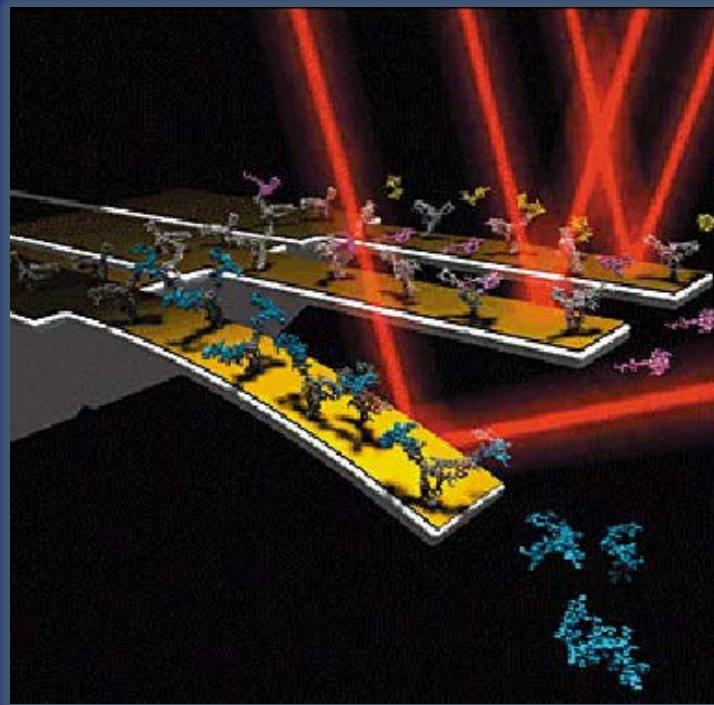
▪ Adsorpcija:

kontaktni čas 15-60 min
ravnotežje ~90 min

▪ Vezava kovinskih ionov:

99.9 % for Hg²⁺,
55.9 % for Pb²⁺,
50.2 % for Cd²⁺ &
4 % for Zn²⁺

1. OPTIČNI KEMIJSKI SENZORJI



DEFINICIJA SENZORJEV/NANOSENZORJEV

KEMIJSKI optični Senzor je miniaturiziran analizni aparat, ki omogoča kontinuirano in reverzibilno podajanje informacij o kemijski koncentraciji analita. (Wolfbeis 1990)

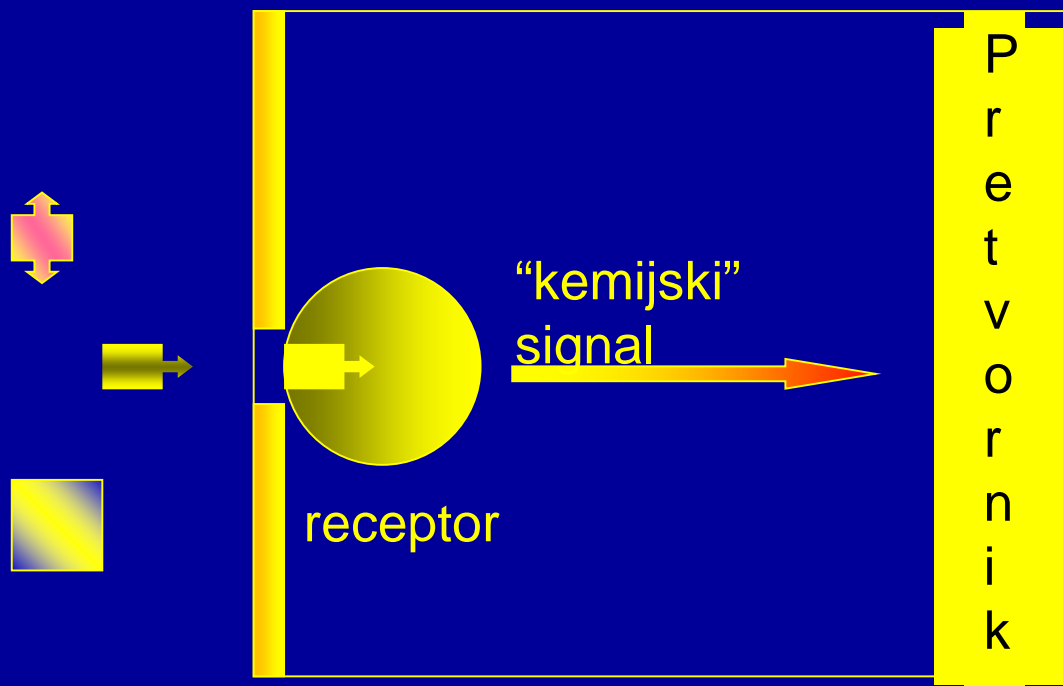
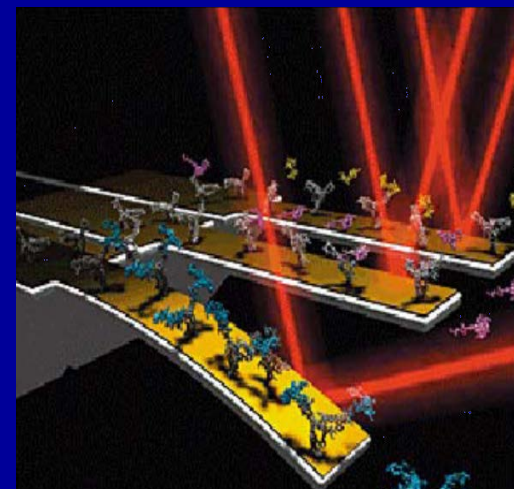
Nanosenzorji – uporablja nanomateriale ali nanotehnologije za pripravo nanovelikih senzorjev

Aplikacije

- Industrijski procesni monitoring
- Kvaliteta zraka in vode,
 - ◆ Kvaliteta hrane,
 - ◆ Medicinska diagnostika,
 - ◆ Detekcija kemijskih bojnih strupov



Kaj so kemijski optični senzorji?
(indikatorska kemija, optična vlakna)



VLAKNATI OPTIČNI KEMIJSKI SENZORJI

- ◆ Optična vlakna za prenos svetlobe
- ◆ Optično vlakno že senzor



PreSens
Mini-sensors

Flow-Through cell

Sensor spots

Dipping probe

PreSens
Needle-type micro-sensor

sensor tip

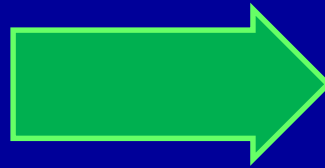
bowl of pin



Optični kemijski senzor

- Indikator

- Polimer/
Nanomaterial



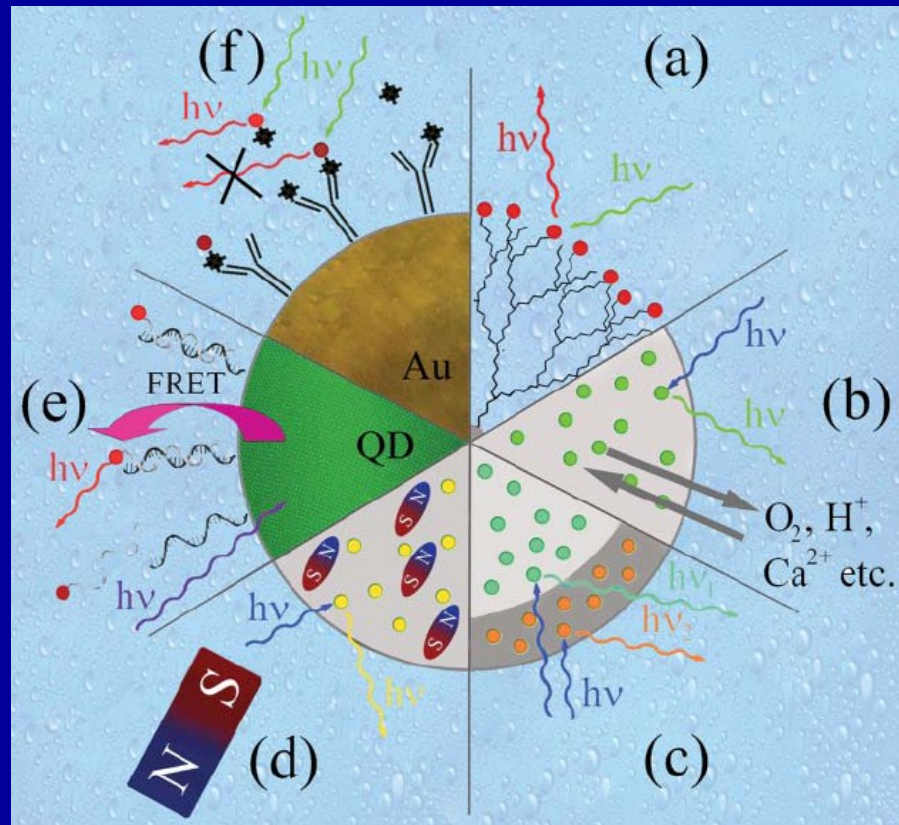
Senzorske
karakteristike

- Imobilizacija

2. PREDNOSTI UPORABE NANOMATERIALOV ZA SENZORJE

- ◆ Izboljšane senzorske karakteristike (odzivni časi, občutljivost, itd.)
- ◆ In-vivo meritve,
- ◆ Manjši volumni vzorcev,
- ◆ Multi-analizne meritve

Optični nanosenzor

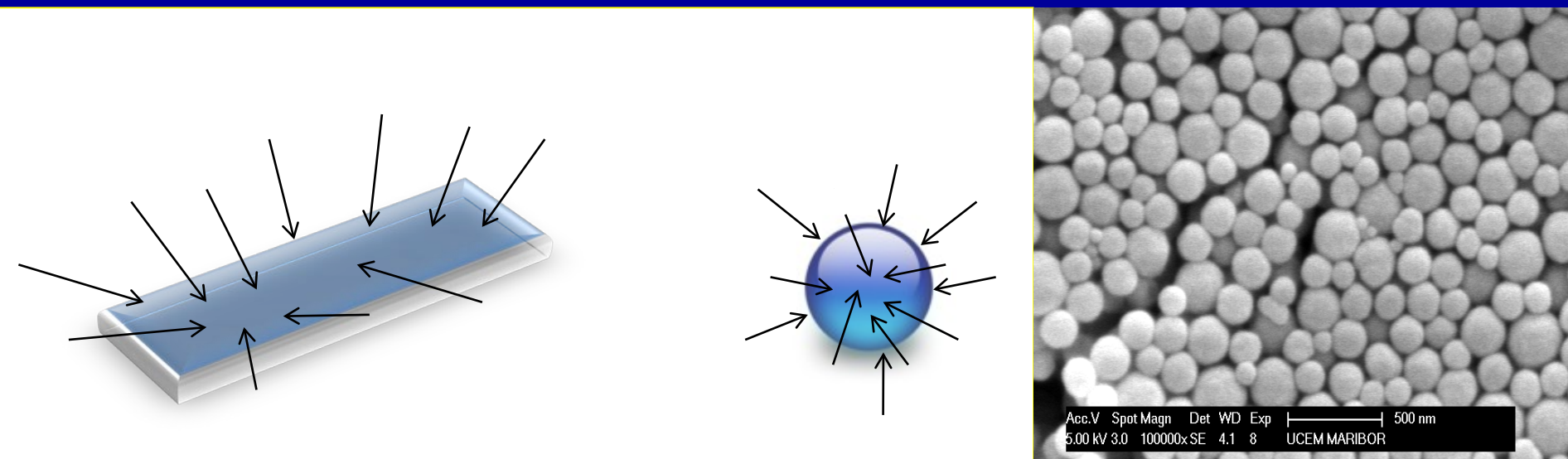


Borisov SM, Klimant
I (2008) Analyst
133:1302-1307

a, makromolekularni nanosenzor (dendrimere); b, NSs bazirani na polimernih materialih in sol-gelih; c, multi-funkcionalni core-shell sistem; d, multi-funkcionalni magnetni delci; e, NSs bazirani na kvantnih pikah; f, NSs bazirani na kovinskih nanodelcih

Senzorji za Organofosfate /SiO₂ ND/sol-gel filmi

(A. Lobnik, Š. Korent Urek, Slovenski Patent 2010, EU/ZDA/RS patent)



Senzorska konfiguracija

t₉₅

Tanek-film

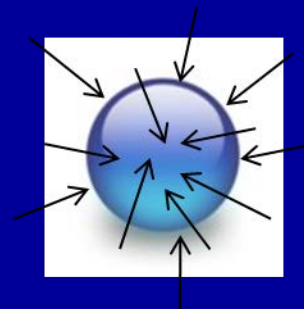
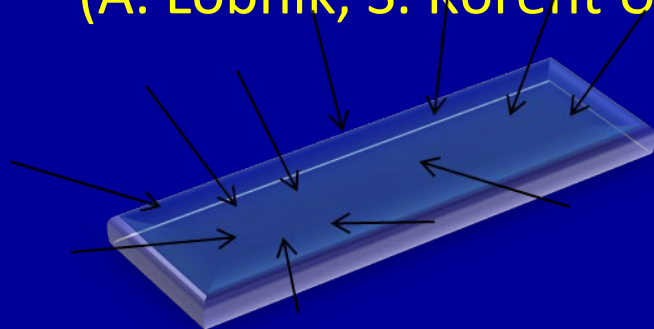
600 s

Silika ND

12 s

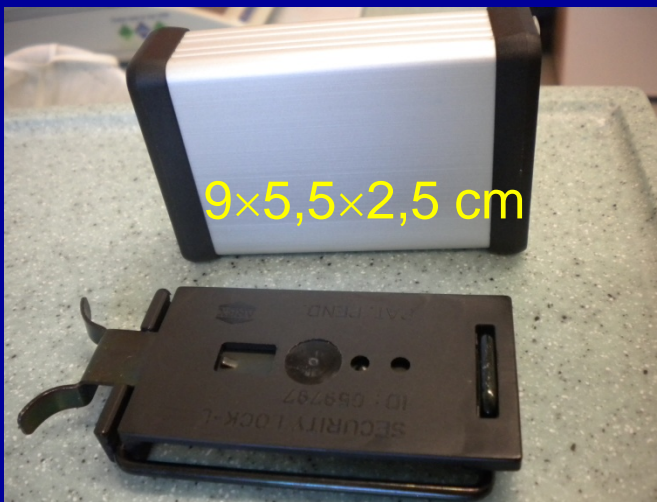
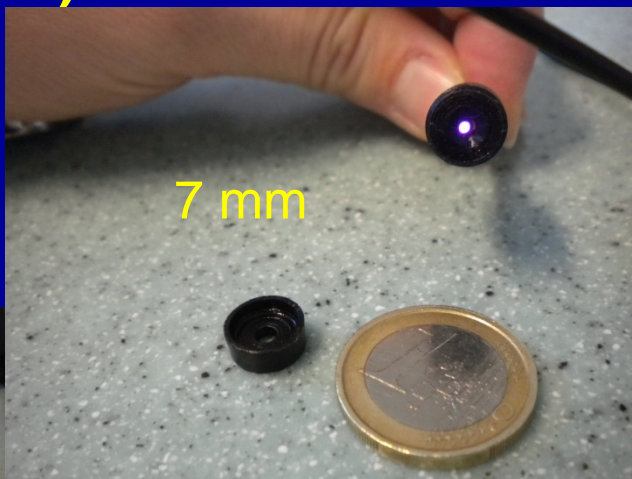
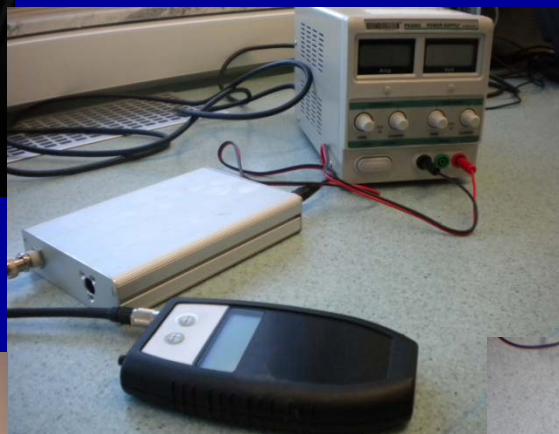
Karakteristike Organofosfornega senzorja SiO₂ ND/sol-gel film

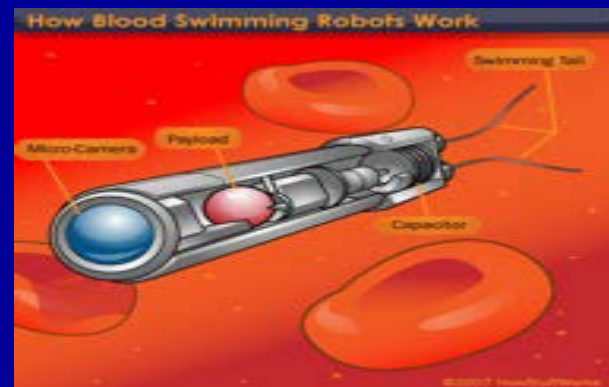
(A. Lobnik, Š. Korent Urek, SLO/EU/ZDA/RS patent)



	Sol-gel film	SiO ₂ ND
Meja detekcije (mol/L)	6.7×10^{-7}	0.17×10^{-9}
Delovno območje range (mol/L)	$6.9 \times 10^{-7} - 6.9 \times 10^{-3}$	$0.17 \times 10^{-9} - 2.3 \times 10^{-7}$
Odzivni čas (s)	600	12

Senzorji za določevanje organofosfatov OptiSens, MultiOptisens (pH, T, nitrat, nitrit, fosfat, amoniak, CO2, O2, težke kovine)





Veliko razvojnih skupin po svetu si prizadeva razviti

nanosenzorje povezane z nanoroboti, ki

se bodo lahko sčasoma uporabljali za zdravljenje vse od hemofilije pa do raka **IN VIVO.**

Po velikosti bodo precej manjši od premera človeškega lasu in tudi manjši od bakterij. Potovali bodo lahko skozi kapilare, ne da bi jih zavrnil imunski sistem telesa.



Nanotehnologija – tehnologija 21. stoletja

“Today’s science fiction is often
tomorrow’s science fact.”

- Stephen Hawking -

Hvala kolegom

- Dr. Aljoša Košak
- Dr. Špela Korent Urek
- Dr. Matejka Turel,
- Dr. Mojca Poberžnik,
- Dr. Maja Bauman
- Nina Frančič

