

Utjecaj površinskog modificiranja nZVI na koloidnu stabilnost i uklanjanje teških metala iz vode



Andrea Špoljarić, Elvira Vidović
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Trg Marka Marulića 19, Zagreb
aspoljari@fkit.unizg.hr



21 Ružičkini dani
DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA
9. – 11. rujna 2026. • Vukovar • Hrvatska

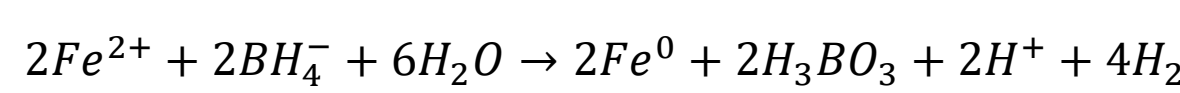
Uvod

Već dvadesetak godina neutralne nanočestice željeza (engl. *nano zero-valent iron*, nZVI) primjenjuju se široko u *in situ* remedijaciji vodonosnika i površinskih voda zbog izražene sposobnosti redukcije i adsorpcije brojnih onečišćavala. Međutim njihovu primjenu ograničava brza aglomeracija i sedimentacija, koje smanjuju pokretljivost i dostupnu aktivnu površinu. Stoga je površinsko modificiranje jedna od mogućnosti poboljšanja koloidne stabilnosti nZVI čestica te utjecaja na površinski naboj kako bi se povećala učinkovitost uklanjanja onečišćavala. U ovom radu ispitana su dva načina površinskog modificiranja nZVI čestica: *i*) adhezijom na nemetalne okside i *ii*) pomoću kelirajućih agensa. Analiziran je njihov utjecaj na koloidnu stabilnost praćenjem sedimentacijskog vremena te utjecaj na površinski naboj određivanjem izoelektrične točke. Zaključno, ispitana je učinkovitost uklanjanja kroma i arsena iz vode sa nemodificiranim i modificiranim nZVI česticama.

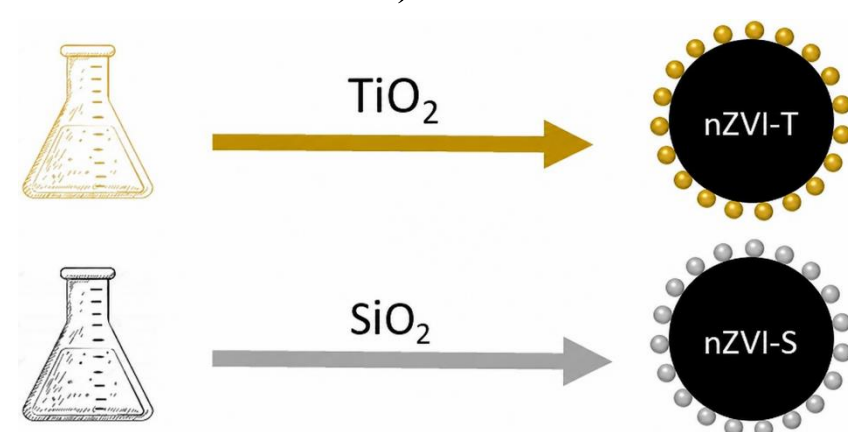
Eksperimentalni dio

Priprema površinski modificiranih nZVI

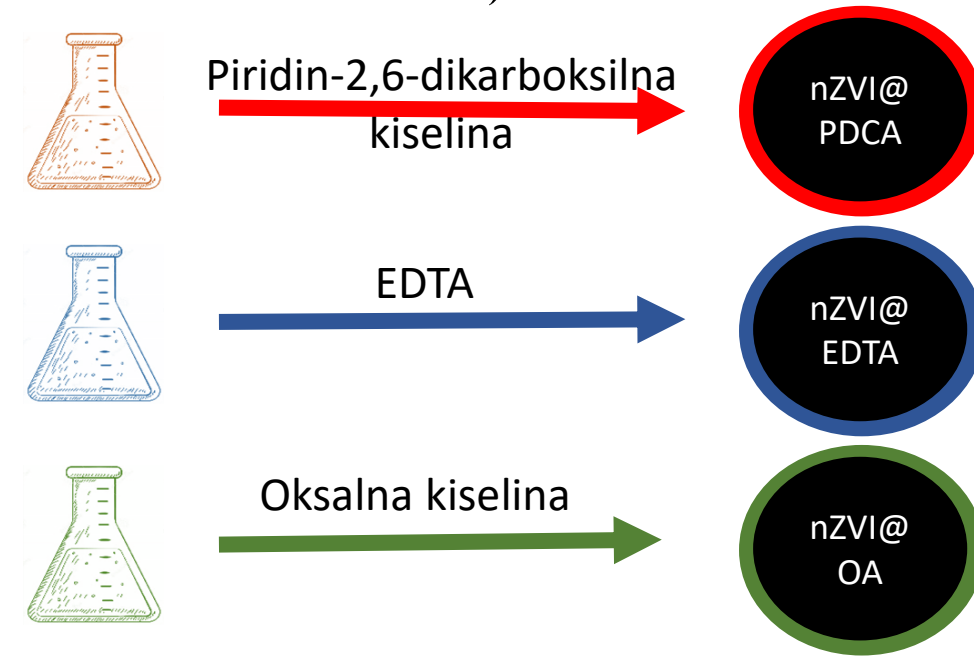
Sinteza nZVI



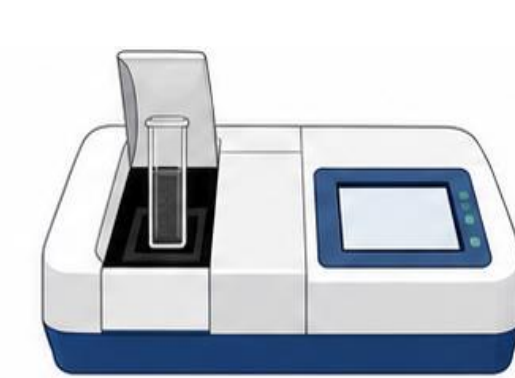
i) Adhezija na nosač



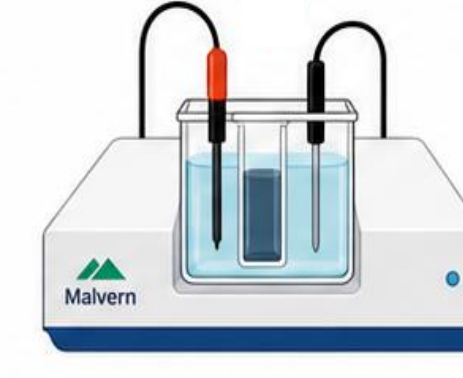
ii) Keliranje



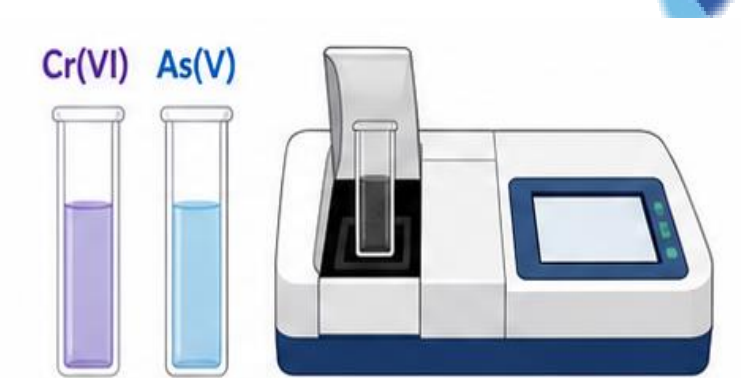
Analiza utjecaja površinskog modificiranja



Određivanje sedimentacijskog vremena
 $\lambda = 508 \text{ nm}$ u trajanju od 3h



Određivanje izoelektrične točke (IEP)
pH: 2-12



Određivanje preostale koncentracije onečišćavala
Cr(VI): 1,5-difenilkarbazid
As(V) i As(III): molibdenovo plavilo

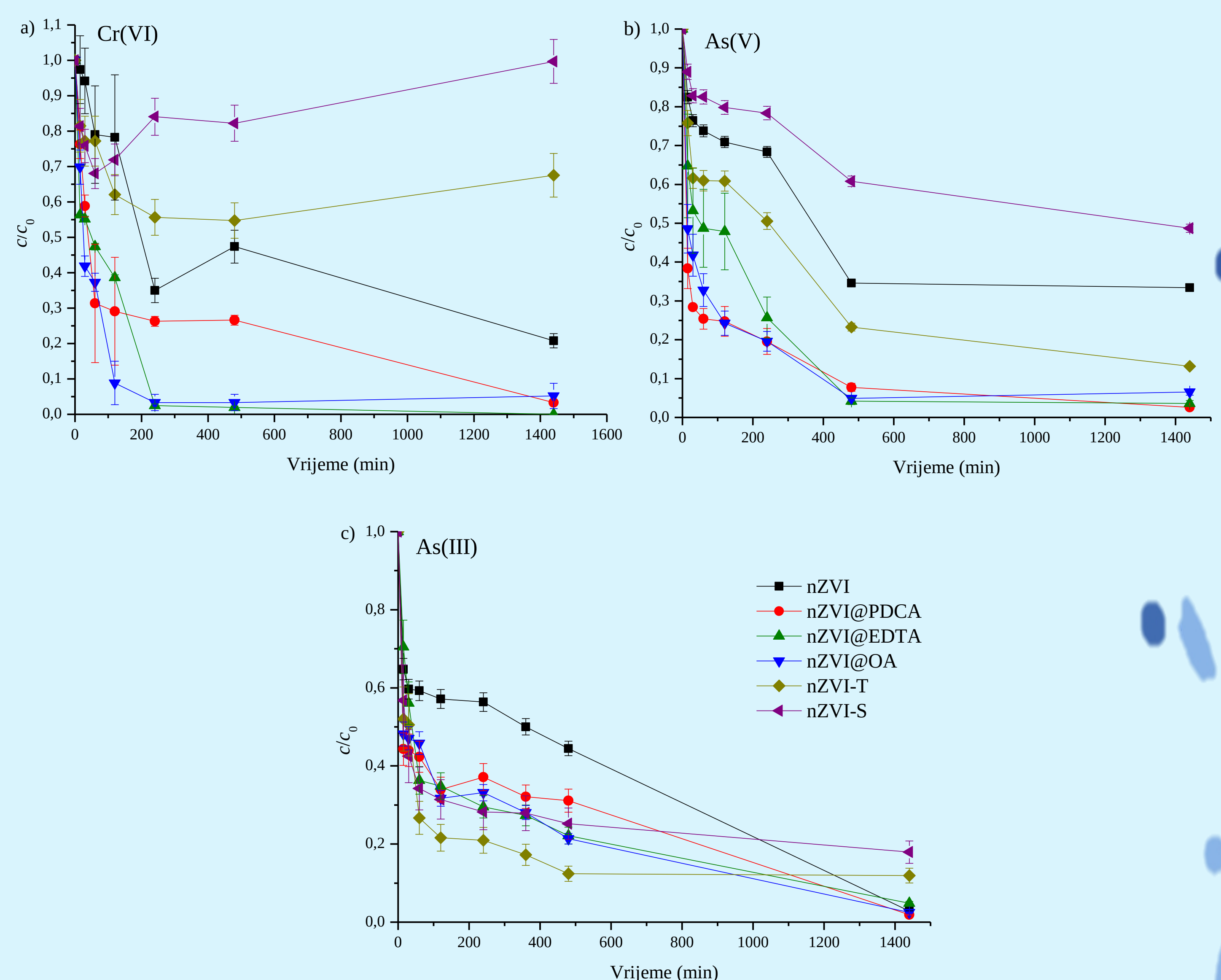
Rezultati

Tablica 1. Sedimentacijsko vrijeme nZVI i površinski modificiranih nZVI čestica

Tip čestica	τ , min
nZVI	10
nZVI@PDCA	47
nZVI@EDTA	31
nZVI@OA	233
nZVI-T	100
nZVI-S	741

Tablica 2. Izoelektrična točka nZVI i površinski modificiranih nZVI čestica

Tip čestica	IEP
nZVI	6,37
nZVI@PDCA	6,99
nZVI@EDTA	7,50
nZVI@OA	6,58
nZVI-T	5,47
nZVI-S	3,98



Slika 1. Učinkovitost uklanjanja: a) kroma, b) arsena (V) i c) arsena (III) pomoću nemodificiranih i modificiranih nZVI

Zaključak

Površinsko modificiranje značajno je poboljšalo koloidnu stabilnost nZVI čestica, pri čemu je nZVI-S pokazao najduže sedimentacijsko vrijeme (741 min). Modificiranje površine pomaknulo je i izoelektričnu točku, gdje je najnižu vrijednost pokazao nZVI-S (IEP = 3,98), a najvišu nZVI@EDTA (IEP = 7,50). Ispitivanjem učinkovitosti uklanjanja teških metala iz vode, vidljivo je kako kelatorima modificirane čestice postižu značajno bolje rezultate uklanjanja u kraćem kontaktnom vremenu.

Prema rezultatima IEP točke pri neutralnom pH (7) vidljivo je kako modificiranjem sa oksidima nemetala površinski naboj čestica postaje negativan, dok je modificiranjem sa kelatorima površinski naboj pozitivan. Ovo je glavni razlog slabije učinkovitosti nZVI-T i nZVI-S kod uklanjanja Cr(VI), koji je u tim uvjetima prisutan u anionskom obliku.

Zaključno, potvrđeno je kako odabir modifikatora izravno utječe na stabilnost suspenzije i površinski naboj, a time i na potencijalnu učinkovitost nZVI čestica u uklanjanju teških metala iz vode.