

FIȘA DISCIPLINEI ¹

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Politehnica Timișoara
1.2 Facultatea ² / Departamentul ³	Facultatea de Chimie Industrială și Ingineria Mediului / Dep. CAICAM
1.3 Catedra	—
1.4 Domeniul de studii (denumire/cod ⁴)	Ingineria mediului/20.70.10
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii (denumire/cod/calificarea)	Ingineria si managementul mediului in industrie//master in Ingineria mediului

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei/Categoria formativă ⁵	Tehnologii avansate in protecția mediului						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf.dr.ing. Gheju Marius Traian						
2.3 Titularul activităților aplicative ⁶	Conf.dr.ing. Gheju Marius Traian						
2.4 Anul de studiu ⁷	II	2.5 Semestrul	III	2.6 Tipul de evaluare	D	2.7 Tipul disciplinei ⁸	DA

3. Timp total estimat - ore pe semestru (activități directe (asistate integral), activități asistate parțial și activități neasistate⁹)

3.1 Număr de ore asistate integral/săptămână	4 , din care:	3.2 ore curs	2	3.3 ore seminar/laborator/proiect	2
3.1* Număr total de ore asistate integral/sem.	56 , din care:	3.2* ore curs	28	3.3* ore seminar/laborator/proiect	28
3.4 Număr de ore asistate parțial/săptămână	, din care:	3.5 ore proiect, cercetare		3.6 ore practică	3.7 ore elaborare lucrare de disertație
3.4* Număr total de ore asistate parțial/semestru	, din care:	3.5* ore proiect cercetare		3.6* ore practică	3.7* ore elaborare lucrare de disertație
3.8 Număr de ore activități neasistate/săptămână	6,7 , din care:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			2
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			3
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			1,7
3.8* Număr total de ore activități neasistate/semestru	94 , din care:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			28
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			42
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			24
3.9 Total ore/săptămână ¹⁰	10,7				
3.9* Total ore/semestru	150				
3.10 Număr de credite	6				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	•
4.2 de competențe	•

¹ Formularul corespunde Fișei Disciplinei promovată prin OMECTS 5703/18.12.2011 (Anexa3), actualizată pe baza Standardelor specifice ARACIS valabile începând cu data de 1 iunie 2018.

² Se înscrie numele facultății care gestionează programul de studii căruia îi aparține disciplina.

³ Se înscrie numele departamentului căruia i-a fost încredințată susținerea disciplinei și de care aparține titularul cursului.

⁴ Se înscrie codul prevăzut în HG nr. 376/18.05.2016 sau în HG similare actualizate anual.

⁵ Categoriile formative ale disciplinelor (ARACIS – Standarde specifice, pct. 4.1.2 a) sunt: discipline fundamentale, de domeniu, de specialitate.

⁶ Prin activități aplicative se înțeleg activitățile de: seminar (S) / laborator (L) / proiect (P) / practică (Pr).

⁷ Anul de studii la care este prevăzută disciplina în planul de învățământ.

⁸ Tipurile de disciplină (ARACIS – Standarde specifice, pct. 4.1.2 a) sunt: disciplină de aprofundare / disciplină de cunoaștere avansată și disciplină de sinteză (DA / DCAV și DS).

⁹ În cadrul UPT, numărul de ore de la rubricile 3.1*, 3.2*, ..., 3.9* se obțin prin înmulțirea cu 14 (săptămâni) a numărului de ore din rubricile 3.1, 3.2, ..., 3.9.

¹⁰ Numărul de ore total/săptămână se obține prin însumarea numărului de ore de la punctele 3.1, 3.4 și 3.8.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	•
5.2 de desfășurare a activităților practice	•

6. Competențe la formarea cărora contribuie disciplina

Competențe specifice	<ul style="list-style-type: none"> Evaluarea cazurilor de poluare și identificarea tehnologiei optime de remediere Cunoașterea mecanismelor ce stau la baza tehnologiei de remediere alese Selectarea parametrilor care trebuie urmăriți pentru evaluarea în timp a performanței tehnologiei de remediere alese Analiza critică a performanței tehnologiei de remediere alese și propunerea unor soluții alternative dacă este cazul
Competențele profesionale în care se înscriu competențele specifice	<ul style="list-style-type: none"> Dobândirea de cunoștințe noi și avansate în domeniul specializării Dezvoltarea capacității de analiză și sinteză noilor cunoștințe, creșterea capacității de identificare a unor direcții noi de dezvoltare a domeniului și a posibilităților proprii de evoluție profesională Însușirea și aplicarea creativă a principiilor și tehnicilor de cercetare și proiectare specifice Dezvoltarea capacităților de lucru individuale și în echipă în domeniul cercetării și proiectării
Competențele transversale în care se înscriu competențele specifice	<ul style="list-style-type: none"> Executarea sarcinilor profesionale complexe, cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală, urmând un plan de lucru propriu, stabilit pe baza studiului individual. Planificarea, monitorizarea și asumarea sarcinilor profesionale ale unui grup profesional subordonat. Informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate și domenii conexe, în corelație cu nevoile pieței muncii

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> Dobândirea și dezvoltarea de către studenți a unor cunoștințe noi și avansate în domeniul tehnologiilor utilizate în domeniul protecției mediului
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> Analiza evoluției în timp a tehnologiilor utilizate în protecția mediului Definirea tipurilor de tehnologii avansate utilizate în protecția mediului Prezentarea elementelor constitutive ale tehnologiilor utilizate în protecția mediului Analiza mecanismelor de remediere ce stau la baza tehnologiilor utilizate în protecția mediului Analiza criteriilor de identificare a tehnologiei optime de remediere Evaluarea performanței și analiza critică a tehnologiilor utilizate în protecția mediului Prezentarea și analiza unor cazuri reale de tehnologii avansate utilizate în protecția mediului

8. Conținuturi

8.1 Curs	Număr de ore	Metode de predare
1. Contribuții științifice timpurii la eliminarea poluanților organici și anorganici	2	Prelegere interactivă cu studentii. Discuții. Studii de caz. Brainstorming
2. Contribuții științifice avansate la eliminarea poluanților organici și anorganici	2	
3. Poluanți problemă în mediu. Strategii de combatere a poluării solului și apelor subterane. Depoluarea naturală monitorizată	2	
4. Procedee de izolare a sursei de poluare. Tipuri de bariere	2	

folosite în izolarea sursei de poluare. Materiale folosite în construcția barierelor de izolare a poluării		
5. Procedee de depoluare. Procedee de depoluare ex situ. Procedee de depoluare ex situ ameliorate	2	
6. Procedee de depoluare in situ. Bariere permeabile reactive. Tipuri de bariere permeabile reactive. Mecanisme de eliminare a poluanților cu bariere permeabile reactive	2	
7. Materiale reactive folosite în construcția barierelor permeabile reactive. Utilizarea fierului zero-valent granular (mili-Fe ⁰) ca material reactiv	2	
8. Studii de caz. Bariere permeabile reactive pe bază de mili-Fe ⁰ utilizate pentru eliminarea unor poluanți organici	2	
9. Mecanisme de eliminare a poluanților organici cu Fe ⁰	2	
10. Studii de caz. Bariere permeabile reactive pe bază de mili-Fe ⁰ utilizate pentru eliminarea unor poluanți anorganici	2	
11. Mecanisme de eliminare a poluanților anorganici cu Fe ⁰	2	
12. Limitări ale barierelor permeabile reactive pe bază de mili-Fe ⁰ . Procedee avansate de depoluare cu Fe ⁰	2	
13. Procedee de depoluare cu Fe ⁰ cu dimensiuni nano (nano-Fe ⁰)	2	
14. Studii de caz. Depoluarea cu nano-Fe ⁰	2	

Bibliografie¹¹ (1) M. Gheju, Decontamination of hexavalent chromium-polluted waters: significance of metallic iron technology, în N. Anjum, S. Gill, N. Tuteja (editori), Enhancing cleanup of environmental pollutants. Volume 2. Non biological approaches. Springer International Publishing, 2017, pp. 209-254;

(2) M. Gheju. Chimia apelor naturale, Editura de Vest, Timisoara, 2013;

(3) M. Gheju, Chimia solului, Editura de Vest, Timișoara, 2020

(4) M. Gheju, Progress in understanding the mechanism of Cr^{VI} removal in Fe⁰-based filtration systems, Water, 10(5), 651, 2018;

(5) L.E. Erickson, R.T. Koodali, R.M. Richards, Nanoscale materials in chemistry: environmental applications, Washington American Chemical Society, 2010;

(6) C. Noubactep, Metallic iron for environmental remediation: a review of reviews. Water Research, 85, 2015, 114-123;

(7) L. Diels, N. van der Lelie, L. Bastiaens, New developments in treatment of heavy metal contaminated soils, Reviews in Environmental Science & Bio/Technology, 1, 2002, 75–82;

(8) X. Guan, Y. Sun, H. Qin, J. Li, I.M.C. Lo, D. He, H. Dong, The limitations of applying zero-valent iron technology in contaminants sequestration and the corresponding countermeasures: the development in zero-valent iron technology in the last two decades (1994-2014), Water Research, 75, 2015, 224-248;

(9) Y. Sun, J. Li, T. Huang, X. Guan, The influences of iron characteristics, operating conditions and solution chemistry on contaminants removal by zero-valent iron: A review, Water Research, 100, 2016, 277-295;

(10) D. Jiang, G. Zeng, D. Huang, M. Chen, C. Zhang, C. Huang, J. Wan, Remediation of contaminated soils by enhanced nanoscale zero valent iron, Environmental Research, 2018, 163, 217-227;

(11) B. Floris, P. Galloni, F. Sabuzi, V. Conte, Metal systems as tools for soil remediation, Inorganica Chimica Acta, 2017, 455, 429-445;

(12) A.A.H. Faisal, A.H. Sulaymon, Q.M. Khaliefa, A review of permeable reactive barrier as passive sustainable technology for groundwater remediation, International Journal of Environmental Science & Technology, 15, 2018, 1123–1138;

(13) B. Huang, C. Lei, C. Wei, G. Zeng, Chlorinated volatile organic compounds (Cl-VOCs) in environment - sources, potential human health impacts, and current remediation technologies, Environment International, 71, 2014, 118–138;

(14) M.M. Scherer, S. Richter, R.L. Valentine, P.J.J. Alvarez, Chemistry and microbiology of permeable reactive

¹¹ Cel puțin un un titlu trebuie să aparțină colectivului disciplinei. De asemenea, cel puțin un titlu trebuie să se refere la o lucrare de referință pentru disciplină, lucrare de circulație națională și internațională, existentă în biblioteca UPT.

- barriers for in situ groundwater clean up, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 30(3), 2000, 363-411;
- (15) M. Stefaniuk, P. Oleszczuk, Y.S. Ok, Review on nano zerovalent iron (nZVI): From synthesis to environmental applications, *Chemical Engineering Journal*, 287, 2016, 618-632;
- (16) B.D. Yirsaw, M. Megharaj, Z. Chen, R. Naidu, Environmental application and ecological significance of nano-zero valent iron, *Journal of Environmental Sciences*, 44, 2016, 88-98;
- (17) T. Tosco, M. P. Papini, C.C. Viggli, R. Sethi, Nanoscale zerovalent iron particles for groundwater remediation: a review, *Journal of Cleaner Production*, 77, 2014 10-21;
- (18) Application of nanoscale zero valent iron (NZVI) for groundwater remediation in Europe, N.C. Mueller, J. Braun, J. Bruns, M. Cernik, P. Rissing, D. Rickerby, B. Nowack, *Environmental Science and Pollution Research*, 19, 2012, 550–558;
- (19) E. Cuervo Lumbaque, E.R. Lopes Tiburtius, M. Barreto-Rodrigues, C. Sirtori, Current trends in the use of zero-valent iron (Fe⁰) for degradation of pharmaceuticals present in different water matrices, *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 24 (2019) e00069;
- (20) D.A. Vallero, *Environmental contaminants. Assessment and control*, Elsevier, 2004;
- (21) I. Bica, *Protecția mediului. Politici și instrumente*, Editura HGA București, 2002;
- (22) *Groundwater and soil cleanup: improving management of persistent contaminants*, National Academies Press, 1999;
- (23) *Natural attenuation for groundwater remediation*, National Academies Press, 2000;
- (24) D.W. Tomlinson, S.F. Thornton, A.O. Thomas, A. Leharne, G.P. Wealthall, *An illustrated handbook of LNAPL transport and fate in the subsurface*, CL:AIRE, 2014;
- (25) *Groundwater protection: Principles and practice (GP3)*, Environment Agency, 2013;
- (26) J. Bech, M.M. Abreu, H.T. Chon, N. Roca, remediation of potentially toxic elements in contaminated soil, în C. Bini, J. Bech (editori), *Potentially harmful elements in the environment and the impact on human health*, Springer 2014.

8.2 Activități aplicative ¹²	Număr de ore	Metode de predare
Laborator:		Prelegere participativă. Discuții. Activități experimentale
1. Introducere in laboratorul de tehnologii avansate în protecția mediului. Protecția muncii	4	
2. Sinteza nano-Fe ⁰ prin metoda reducerii cu borohidruță de sodiu	4	
3. Eliminarea unor poluanți anorganici anionici (Cr ^{VI}) cu Fe ⁰	4	
4. Eliminarea unor poluanți anorganici cationici (Ni ^{II}) cu Fe ⁰	4	
5. Eliminarea unor poluanți organici (fenolul) cu Fe ⁰	4	
6. Eliminarea unor poluanți organici (fenolul) prin oxidare avansată de tip Fenton cu H ₂ O ₂ și Fe ⁰	4	
7. Influenței co-existenței unor materii naturale (nisip, MnO ₂) asupra eficienței eliminării Cr ^{VI} cu Fe ⁰	4	

¹² Tipurile de activități aplicative sunt cele precizate în nota de subsol 6. Dacă disciplina conține mai multe tipuri de activități aplicative atunci ele se trec consecutiv în liniile tabelului de mai jos. Tipul activității se va înscrie într-o linie distinctă sub forma: „Seminar:”, „Laborator:”, „Proiect:” și/sau „Practică:”.

Bibliografie¹³ (1) M. Gheju, Hexavalent chromium reduction with zero-valent iron (ZVI) in aquatic systems, *Water, Air, and Soil Pollution*, 222(1-4), 2011, 103-148;

(2) M. Gheju, I. Balcu, Sustaining the efficiency of the Fe(0)/H₂O system for Cr(VI) removal by MnO₂ amendment, *Chemosphere*, 214, 2019, 389-398;

(3) M. Gheju, I. Balcu, C. Vancea, An investigation of Cr(VI) removal with metallic iron in the co-presence of sand and/or MnO₂, *Journal of Environmental Management*, 170, 2016, 145-151;

(4) M. Gheju, *Cromul si mediul înconjurator*, Editura Politehnica, Timisoara, 2005;

(5) K. Mackenzie, A. Georgi, nZVI synthesis and characterization, T. Phenrat, G. V. Lowry (eds.), *Nanoscale zerovalent iron particles for environmental restoration*, Springer International Publishing AG, 45-95, 2019;

(6) S.J. Tesh, H. Pullin, T.B.Scott, Synthesis and characterization of nanoparticles of zerovalent iron, iron oxides and nanocomposites, în M.I. Litter, N. Quici, M. Meichtry (editori), *Iron nanomaterials for water and soil treatment*, Jenny Stanford Publishing, 2018;

(7) J. Li, X. Dou, H. Qin, Y. Sun, D. Yin, X. Guan, Characterization methods of zerovalent iron for water treatment and remediation, *Water Research*, 148, 2019, 70-85;

(8) F. Rezaei, D. Vione, Effect of pH on zero valent iron performance in heterogeneous Fenton and Fenton-like processes: a review; *Molecules*, 2018, 23, 3127;

(9) D.H. Bremner, A.E. Burgess, D. Houllmare, K.C. Namkung, Phenol degradation using hydroxyl radicals generated from zero-valent iron and hydrogen peroxide; *Applied Catalysis B: Environmental*, 63, 2006, 15–19;

(10) R. Sridar, U. Um, Ramanane, M. Rajasimman, Synthesis, characterization of ZVI nanoparticles and its application for the removal of phenol from wastewater, *Desalination and Water Treatment*, 122, 2018, 42–49;

(11) X.Q. Li, W.X. Zhang, Iron nanoparticles: the core-shell structure and unique properties for Ni(II) sequestration, *Langmuir* 22, 2006, 4638-4642.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Conținutul disciplinei a fost elaborat în acord cu discipline similare predate la universități din străinătate, dar și în conformitate cu cerințele și așteptările asociațiilor profesionale și angajatorilor din domeniul ingineriei și protecției mediului

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare ¹⁴	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Corectitudinea răspunsurilor la întrebările tip grilă	Examen scris tip grilă constând din 9 întrebări. Pentru fiecare întrebare există 5 răspunsuri posibile. Fiecare întrebare reprezintă 1 punct, iar 1 punct se acordă din oficiu. Lucrarea este corectată pe loc, la sfârșitul examenului, în prezența studentului	66%
10.5 Activități aplicative	S:		
	L: Prezența obligatorie la toate lucrările de laborator. Gradul de implicare în activitățile desfășurate. Capacitatea de a sintetiza în scris scopul experimentelor și de a interpreta rezultatele obținute	Efectuarea prezenței la începutul laboratorului. Verificarea pe parcursul laboratorului prin discuții și teste a gradului de înțelegere a scopului lucrării și a modului de efectuare a experimentelor. Verificarea referatului lucrării la finalul laboratorului.	34%
	P:		
	Pr:		
	Tc-R¹⁵:		
10.6 Standard minim de performanță (volumul de cunoștințe minim necesar pentru promovarea disciplinei și modul în care se verifică stăpânirea lui)¹⁶			

¹³ Cel puțin un titlu trebuie să aparțină colectivului disciplinei.

¹⁴ Fișele disciplinelor trebuie să conțină procedura de evaluare a disciplinei cu precizarea criteriilor, a metodelor și a formelor de evaluare, precum și cu precizarea ponderilor atribuite acestora în nota finală. Criteriile de evaluare trebuie să corespundă tuturor activităților prevăzute în planul de învățământ (curs, seminar, laborator, proiect), precum și formelor de verificare pe parcurs (teme de casă, referate ș.a.)

¹⁵ Tc-R=teme de casă - Referate

¹⁶ Pentru acest punct se recomandă consultarea "Ghidului de completare a Fișei disciplinei" de la adresa: http://univagora.ro/m/filer_public/2012/10/21/ghid_de_completare_fisa_disciplinei.pdf

- Pentru examen nota minimă de promovare este 5 (cinci); studenții trebuie să răspundă corect la minim 4 din cele 9 întrebări, ceea ce echivalează cu dobândirea unor cunoștințe de bază în domeniul disciplinei. Pentru activitățile aplicative nota minimă de promovare este 5 (cinci)

Data completării

**Titular de curs
(semnătura)**

**Titular activități aplicative
(semnătura)**

.....

.....

**Director de departament
(semnătura)**

Data avizării în Consiliul Facultății¹⁷

**Decan
(semnătura)**

.....

.....

¹⁷ Avizarea Fișei disciplinei a fost precedată de discutarea punctului de vedere al board-ului de care aparține programul de studii.