



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2017

## **VALORIFICAREA NĂMOLURILOR PROVENITE DE LA STAȚIILE DE TRATARE A APELOR UZATE DIN PERSPECTIVA ECONOMIEI CIRCULARE**

Alina-Monica NEȘ, Oana-Adriana CRIȘAN,  
Mihaela ORBAN, Elena-Simina LAKATOS

### **SLUDGE VALORIZATION FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY**

This study aimed to investigate the sludge removed from wastewater treatment plants and various modes of disposal as waste. One way of treating it as fertilizer on agricultural land use, its rich content in nutrients. So then it is necessary analysis and testing before use sludge future presentation. However, this method may be limited by the presence of heavy metals, pollutants microbiological agents, organic and inorganic contaminants. In this article, a variety of sampling analysis, pre-treatment, extraction and methods have been reviewed. Therefore, we consider that an important part of treatment of sludge prior to disposal is the separation of water and sludge volume reduction.

Keywords: sludge, capitalization, circular economy, wastewater treatment

Cuvinte cheie: nămol, valorificare, economie circulară, epurare ape uzate

### **1. Introducere**

Datorită urbanizării orașelor și activității antropice, crește cantitatea de apă uzată industrială și menajeră, care necesită un proces de epurare pentru a putea fi reintroduse în circuitul natural a apei. Ca urmare a epurării apelor uzate rezultă două fracții de

substanță, una lichidă (apa) și una solid-umedă (nămolul), cunoscut sub numele de produs secundar sau deșeu al stației de epurare [1].

Propunerile CE privind reducerea deșeurilor până în 2050 cu 50 % include și nămolul provenit de la stațiile de tratare a apelor uzate fiind încadrat în categoria 19 din codul deșeurilor, conform Hotărârii nr. 856 din 16 august 2002. Conform studiilor făcute pe UE privind nămolurile arată ca pentru 15 țări din UE eliminarea finală a nămolului, refolosirea lui în agricultură și compostare este de 53 % din cantitatea produsă, iar pentru incinerare 20% din cantitatea produsă. În ceea ce privește acele 12 țări din UE, care au aderat după 2003, au rămas la metoda clasică de eliminare a nămolurilor prin depozitare. Datorită obligațiilor stabilite prin Directiva 91/271/CE și DE (86/278/CEE) în care se evidențiază reglementarea utilizării corecte a nămolurilor, cea mai utilizată metodă de valorificare a nămolurilor, în toate cele 27 de țări din UE, este refolosirea în agricultură, iar pentru eliminarea finală se practică incinerarea [2].

Problematica nămolurilor din perspectiva economiei circulare urmărește un mod ambițios de valorificare a nămolurilor privind dezvoltarea durabilă printr-un management corect al nămolurilor privind reducerea (prin uscare), reutilizarea (biosolidului) și reciclarea (fracției umede). Odată cu creșterea cantității nămolurilor se evidențiază problematica gestionării lor, deoarece există riscul de a pune în pericol factorii de mediu: apă (subterană prin infiltrații, și de suprafață prin scurgeri), aer (fermentare aerobă prin degajare de gaze), sol

(infestarea prin depozitare necontrolată).



Fig.1 Modelul economiei circulare [3]

Chiar dacă economia a funcționat până acum pe principiul „resursă-producție-deșeu” în direcție liniară, unde managementul deșeurilor

a fost primitiv și incomplet încă din faza de extragere a resurselor, până la produs finit [3]. Acest concept a determinat în timp nevoia de a regândi economia liniară în economie circulară (fig.1) funcționând pe de-o parte pe principiu îmbunătățirii tuturor etapelor ciclului de viață a unui produs, fapt care a condus la reducerea

deșeurilor prin tehnologii inovatoare cu consum minim și producție mare, iar pe de altă parte încurajând reutilizarea deșeurilor, reciclarea lor în vederea recuperării energiei [4].

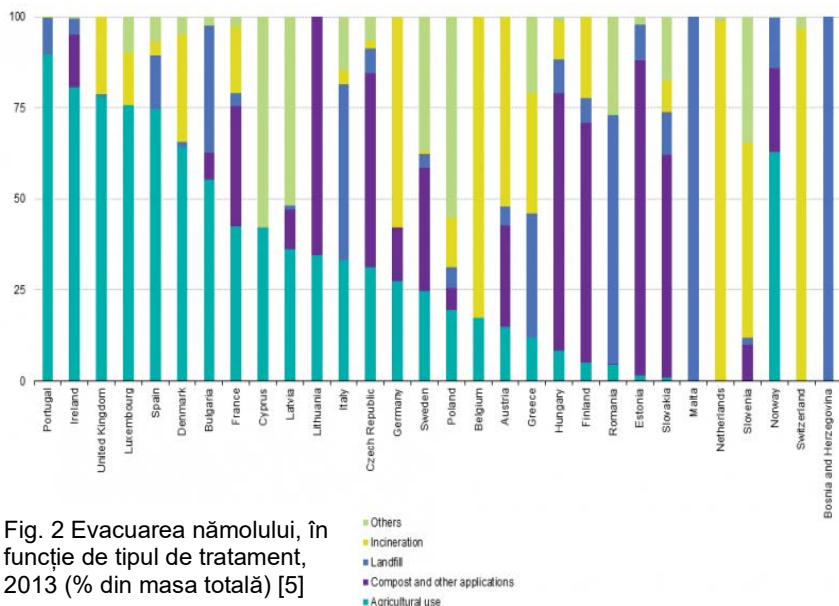


Fig. 2 Evacuarea nămolului, în funcție de tipul de tratament, 2013 (% din masa totală) [5]

Trebuie menționat faptul că tendințele viitoare prezentate în figura 2, sunt strâns legate de condiția socială, economică, politică și juridică locală. Diagrama prezentată indică clar modalitatea de gestiune a nămolurilor și ar putea fi utilă pentru evaluarea viitoarei politici agricole și energetice în fiecare stat membru al UE [6].

Pentru a îndeplini obiectivul principal al studiului pentru reutilizarea și reciclarea nămolurilor, este necesară aplicarea unei strategii de diminuare a cantității nămolurilor prin:

- intervenții la nivel de epurare prin utilizarea tehnologiilor inovatoare,
- reducerea cantității de nămol prin oxidare (procese chimice sau termice).

## 2. Legislația privind nămolurile

Directiva Consiliului Europei 91/271/2002 transpusă prin H.G. 188/2002 definește procesul de epurare, astfel: *“îndepărtarea din apele uzate a substanțelor toxice, a microorganismelor etc., în scopul*

*protecției mediului înconjurător, a emisarului în primul rând, dar și a solului și aerului” [7].*

Potrivit Directivei 86/278/CEE, se înțelege prin nămoluri: produs eliminat de la stațiile de epurare care curăță apele uzate menajere sau industriale și/sau reziduurile rezultate din fosele septice și din alte instalații similare pentru epurarea apelor uzate [8].

În capitolele 19 și 20 din Decizia 2001/118/CE, nămolul este încadrat în categoria deșeurilor nepericuloase în timp ce în conformitate cu principiile economiei circulare se urmărește ordine de prioritate în domeniul gestionării deșeurilor: prevenirea, pregătirea pentru reutilizare, reciclarea, alte operațiuni de valorificare, de exemplu de recuperare a energiei, eliminarea [2].

Conform Hotărârii nr.165/2014 privind aprobarea Strategiei Județene a Gospodăririi Nămolurilor de la Stațiile de Epurare a Apelor Uzate, nămolurile pot fi clasificate astfel: după proveniența apei uzate, după treapta de epurare, după stadiul de prelucrare în cadrul gospodăriei de nămol, după compoziția chimică [9]. Directiva 999/31/EC solicită reducerea treptată a cantității de deșeurile biodegradabile eliminate prin depozitare finală.

### **3. Particularitățile nămolului provenit de stațiile de tratare a apelor uzate**

Colectarea nămolurilor începe încă de la prima etapă de epurare, sedimentarea formată din trei straturi: unul limpede fără suspensii și altul în suspensii îngroșate și cel decantat adică nămol. În tabelul 1 (Prelucrarea și evacuarea nămolului), se enumeră cele mai uzuale metode de tratare a deșeurilor-nămol în România.

Legislația românească prevede prin Ordinul nr. 334/2004 soluții pentru valorificarea nămolurilor de epurare și identifică clar tipurile de nămoluri de epurare:

- nămoluri provenite de la stațiile de epurare a apelor uzate din localități și de la alte stații de epurare a apelor uzate, cu o compoziție asemănătoare apelor uzate orășenești;
- nămoluri provenite de la fosele septice, și de la alte instalații similare, pentru epurarea apelor uzate;
- nămoluri provenite de la stațiile de epurare, altele decât cele menționate la punctele 1 și 2;
- nămoluri tratate printr-un proces biologic, chimic ori termic, prin stocare pe termen lung sau prin orice alt procedeu corespunzător, care să reducă în mod semnificativ puterea acestora de fermentare și riscurile sanitare rezultate prin utilizarea lor [10].

Tabelul 1

Tip de proces	Scop și funcții	Se realizează prin
Îngroșare	Îndepărtarea apei: reducerea volumului, eficiența următoarelor etape, omogenizarea	Sedimentare, flotare, filtrare, centrifugare
Stabilizare	Reducerea volumului și diminuarea potențialului patogen, producerea gazului de fermentare	Fermentare anaerobă, stabilizare aerobă
Condiționare	Creșterea gradului de captare a solidelor, îmbunătățirea filtrării, modificarea structurii	Condiționarea chimică, material inert și termică
Dezinfecția	Asigură valorificarea nămolului în agricultură și silvicultură, eliminarea agenților patogeni	Iradiere, pasteurizare, compostare, tratare cu var și clor
Deshidratare	Îndepărtarea apei, reducerea cheltuielilor de transport și energie	Lagune, platforme de uscare, centrifugă, filtre presă și vacuum filtre
Uscare	Îndepărtarea apei, sterilizarea materialului	Uscător rotativ, cu bandă, cu vetre etajate și atomizator
Ardere	Distrugeerea totală a materiilor organice, eliminarea totală a apei, sterilizare și modificarea conținutului de material	Incinerare, oxidare umedă și piroliză
Eliminare finală	Îndepărtarea totală, reintegrare în circuit, valorificare	Îngrășământ agricol, refacerea terenurilor degradate, materiale de construcții, amendament, depozitare pe sol, depozitare în subteran

Conform studiului de specialitate în tabelul 2 (Compoziția chimică a nămolului de la stațiile de epurare [11]) privind compoziția nămolurilor provenite de la stațiile de epurare [11].

Din perspectiva ANPM se constată că nămolul rezultat de la stațiile de epurare are un conținut ridicat de apă, până la 97 %, care prin centrifugare poate scădea la 70-80 %, aceasta fiind o condiție atât pentru transport, cât și pentru depozitare sau eliminare [12].

Proveniența nămolurilor este recomandată a fi din epurarea apelor uzate industrial, cum ar fi: industria laptelui, conservelor de

legume și carne, de băuturi răcoritoare, zahăr, amidon, glucoză, drojdie, bere, abatoare, topitorii de cânepă și in etc.

Tabelul 2

Nr.crt	Indicator chimic	Valoare
1	Nt, %	2,29
2	Pt, %	1,33
3	Kt, %	0,35
4	Na, %	0,047
5	Ca, %	1,38
6	Mg, %	0,21
7	Pb, ppm	88
8	Cu, ppm	166
9	Zn, ppm	1362
10	Cd, ppm	4,1
11	Ni, ppm	36
12	Mn, ppm	317
13	Cr, ppm	112,4
14	Co, ppm	5,1

Un avantaj major în ceea ce privește nămolurile este faptul că acestea conțin cantități însemnate de substanțe nutritive benefice pentru fertilizare: materie organică, elemente fertilizante (N, K, P etc.) și microelemente (fier, mangan, cupru, molibden etc.). Dar trebuie precizat faptul că pe lângă conținutul de substanțe nutritive aceste nămoluri pot conține și agenți cum ar fi: metale toxice, microorganisme patogene, compuși organici persistenți. Pentru a evita posibilitatea infestării solului, culturilor și apelor freactice cu germeni patogeni, ouă de paraziți și substanțe toxice trebuie luate o serie de măsuri:

- sterilizarea și distrugerea tuturor speciilor de microorganisme (incinerare, condiționate termic, deshidratare termică);
- dezinfectia și decontaminarea nămolului prin distrugerea germeilor patogeni (pasteurizare, tratare cu agenți chimici).

Manipularea (descărcarea sau încărcarea) nămolului prezintă un risc în procedura de transfer a nămolurilor, cauza principală fiind văscozitatea nămolurilor și umiditatea crescută.

Stocarea temporară se realizează la locul de generare a deșeurii, nămolurile fiind apoi transportate spre alte destinații de tratare, eliminare sau reutilizare. Capacitatea maximă admisibilă de stocare poate fi de trei ani dacă destinația nămolului este tratarea și de un an, dacă nămolurile urmează să fie eliminate (incinerate) [12].



Fig. 3 Itinerarul nămolului: a) manipularea nămolului [13]; b) stocare temporară a nămolului în saci [14]; c) depozitarea nămolului [15]

Depozitarea nămolurilor de epurare în depozitul de deșeuri solide orășenești are ca bază legală Directiva 999/31/EC privind eliminarea deșeurilor, transpusă în legislația națională prin HG 349/2005.

#### **4. Valorificarea nămolurilor din perspectiva economiei circulare**

Managementul deșeurii-nămol din perspectiva economiei circulare urmărește procedurile de valorificare: valorificarea tehnologică (recuperare produse industriale), valorificarea energetică (resurse secundare și regenerabile de energie) și valorificarea în agricultură și zootehnie (îngrășământ, furaje etc.) [16].

##### *a. Valorificare tehnologică*

Nămolurile și nisipul provenit de la stațiile de tratare și epurare pot fi utilizate în construcții combinate cu materia primă, astfel că se reduce consumul de energie și totodată se produce un material care răspunde la soluțiile economiei circulare. Metalele grele din conținutul nămolurilor se recuperează prin acoperiri galvanice care conțin cantități însemnate de metale sub formă de hidroxizi (crom, nichel, zinc, cupru etc.) [16].

##### *b. Valorificarea agricolă*

Datorită cantităților mari de nămol rezultat de la purificarea apelor uzate, costurilor ridicate pentru transport, lipsei tehnologiilor avansate care să asigure o gestiune mai bună a nămolurilor; s-a constatat că o soluție durabilă este utilizarea lor în silvicultură, reabilitatea terenurilor degradate și pe terenuri agricole. Datorită acestui fapt studiile de specialitate și legislația privind valorificarea

nămolurilor impun anumite limite maxime admisibile permise pentru a putea fi aplicat pe sol conform tabelului ce urmează.

Tabelul 3 conține limitele nămolurilor premise în agricultură [13]

Tabelul 3

Element	Limita	Unitate de măsură	Element	Limită	Unitate de măsură
Plumb	900	mg/kg DS	Nichel	200	mg/kg DS
Cadmium	10	mg/kg DS	Mercur	8	mg/kg DS
Crom	100	mg/kg DS	Zinc	2500	mg/kg DS
Cupru	800	mg/kg DS	PCB	0,2	mg/kg DS

În ceea ce privește compostarea nămolurilor, conform DE 86/278/CEE, se realizează prin adaos de produse biodegradabile în vecinătatea depozitelor de deșeuri ecologice, dar în România procedura nu este familiară deoarece necesită suprafețe însemnate, utilaje, facilități și costuri ridicate [8].

#### c. Valorificarea energetică

Fermentare anaerobă este cel mai utilizat proces de recuperare a energiei în timpul procesului de tratare a nămolului, având ca scop extragerea metanului (60-65 %) care generează căldură (37-40 °C) și energie, într-un timp relativ scurt, aproximativ 6 ore [14]. Având în vedere principiul economiei circulare nămolul fermentat eliminat din tancurile cu biogaz poate fi valorificat prin: re-utilizarea pe terenul agricol, co-procesare în fabricile de ciment sau incinerare/co-incinerare în instalații care îndeplinesc condițiile de eficiență energetică privind recuperarea energiei.

## 4. Concluzii

- Trendurile și perspectivele viitoare pe baza conceptului economiei circulare referitoare la valorificarea nămolurilor pentru 27 țări din UE sunt: reutilizarea în agricultură, directă sau după compostare, incinerarea prin tehnologii recente pentru reducerea costurilor și protejarea mediului.

- Se dorește îmbunătățirea tratamentelor termice privitoare la costul de tratare a gazelor de ardere, a cenușii, a emisiilor de dioxine și furani, și eliberarea de metale grele.

- Tehnologiile inovatoare cum ar fi piroliza și recuperarea fosforului din nămol este o tendință ce se dorește a fi aplicată în țările



UE până în anul 2020. Cu toate acestea o alternativă economică convențională poate fi adoptarea tehnologiilor de uscare solară a nămolurilor, pentru reducerea costurilor de transfer și de creștere a valorii de încălzire a nămolul.

■ În ceea ce privește reutilizarea nămolurilor în agricultură trebuie menționat că se dorește combinarea tehnologiilor avansate de tratare a nămolurilor (uscare termică, compostare, digestie anaerobă termofilă, digestie aerobă termofilă autotermică și tratarea cu var) cu cele de eliminare a mirosului, a agenților patogeni și îndepărtare a compușilor toxici.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Rusu, T., Rusu, T.A., *Tehnologii și echipamente pentru tratarea și epurarea apelor*. Vol II, Editura U.T.Press, Cluj-Napoca, 2014.
- [2] Kelessidis, A., & Stasinakis, A. S., *Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries*. Waste management, 32(6), 1186-1195, 2012.
- [3] \* \* \* CE. *Economia circulară - Conectarea, crearea și conservarea valorii*. ISBN 978-92-79-37824-9, doi:10.2779/85569, pag. 4, 2014.
- [4] Lakatos, E.S., Dan, V., Cioca, L.I., Bacali, L., & Ciobanu, A.M., *How Supportive Are Romanian Consumers of the Circular Economy Concept: A Survey*. Sustainability, 8(8), 789, 2016.
- [5] \* \* \* <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics>, Data ultimei accesări: 10.02.2017.
- [6] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.
- [7] \* \* \* [http://www.amac.md/obrazovanie/IWA/2014.10.1315\\_Seminar\\_directive/Documente/2.91-271-RUM.pdf](http://www.amac.md/obrazovanie/IWA/2014.10.1315_Seminar_directive/Documente/2.91-271-RUM.pdf), DE 91/271/2002, Data ultimei accesări: 15.01.2017.
- [8] \* \* \* [http://www.mmediu.ro/beta/wpcontent/uploads/2012/05/Directiva\\_1986\\_278\\_CEE.pdf](http://www.mmediu.ro/beta/wpcontent/uploads/2012/05/Directiva_1986_278_CEE.pdf), DE 86/278/CEE, Data ultimei accesări: 17.02.2017.
- [9] \* \* \* [http://www.arr.ro/files/tahografdigital/legislatie/REGULAMENTUL%20\(UE\)%20NR.%201652014.pdf](http://www.arr.ro/files/tahografdigital/legislatie/REGULAMENTUL%20(UE)%20NR.%201652014.pdf), Data ultimei accesări: 07.03.2017
- [10] \* \* \* HG 165/2014 Lindholm-Lehto, P. C., Ahkola, H. S., & Knuutinen, J. S., Procedures of determining organic trace compounds in municipal sewage sludge—a review. Environmental Science and Pollution Research, 1-30, 2016.
- [11] Trașcă, F., Mihăilescu, D., Ionescu, N., Trașcă, G., Mincă, G., & Ciodaru, I., *Research on the possibility to use sewage sludge as organic fertilizer of heavy acid soils*. Analele Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea, 79(2), 293-311, 2011.
- [12] Rojanschi, V., Ognean, Th., *Cartea operatorului din stații de epurare a apelor uzate*, Editura Tehnică, București, (pag 171-227), 1997.

[13] \* \* \* [http://www.anpm.ro/anpm\\_resources/migrated\\_content/uploads/9361\\_Namoluri\\_.pdf](http://www.anpm.ro/anpm_resources/migrated_content/uploads/9361_Namoluri_.pdf) Data ultimei accesări: 18.02.2017.

[14] \* \* \* [http://www.biogas-renewableenergy.info/sludge\\_valorisation.html](http://www.biogas-renewableenergy.info/sludge_valorisation.html)-foto depozitare nămoluri, Data ultimei accesări: 10.03.2017.

[15] \* \* \* <http://warehousenews.co.uk/2013/02/dwr-cymru-welsh-water-cuts-ludge-transport-costs-with-vscomapmechanics-solution/>-foto depozitare nămoluri, Data ultimei accesări: 22.02.2017

[16] Smol, M., Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K., & Wzorek, Z., *The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy*. Journal of Cleaner Production, 95, 45-54, 2015.

Ing. Alina Monica NEȘ  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Centrul pentru Inițiere și Dezvoltare Organizațională, Cluj-Napoca  
e-mail: [alina.monica.nes@gmail.com](mailto:alina.monica.nes@gmail.com)

Drd.jur., Oana-Adriana CRIȘAN  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Centrul pentru Inițiere și Dezvoltare Organizațională, Cluj-Napoca  
e-mail: [crisanoanaadriana@yahoo.com](mailto:crisanoanaadriana@yahoo.com)

Drd. Mihaela ORBAN  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Centrul pentru Inițiere și Dezvoltare Organizațională, Cluj-Napoca  
e-mail: [orban\\_mihaela@yahoo.com](mailto:orban_mihaela@yahoo.com)

Dr.Ing., ec. Elena-Simina LAKATOS  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Centrul pentru Inițiere și Dezvoltare Organizațională, Cluj-Napoca  
membru AGIR  
e-mail: [simina.lakatos@mis.utcluj.ro](mailto:simina.lakatos@mis.utcluj.ro)