

Reconstrucția sistemelor acvatice afectate de poluare

Reconstruction of aquatic systems affected by pollution

Maria Claudia Baicu¹, Ana-Maria Pîrvu²

¹ Maria Claudia Baicu 1: Academy of Economic Studies and Faculty of Agri-Food and Environmental Economics, Bucharest, Romania; baicumaria22@stud.ase.ro

² Ana-Maria Pîrvu 2: Academy of Economic Studies and Faculty of Agri-Food and Environmental Economics, Bucharest, Romania; pirvuana22@stud.ase.ro

Rezumat: Studiul explorează strategiile de remediere, cum ar fi bioremedierea, fitoremedierea și tehnologiile de filtrare avansate, evidențiind eficiența acestora în diferite ecosisteme acvatice. De asemenea, sunt analizate măsuri de prevenire și politici de protecție a apelor pentru a asigura sustenabilitatea pe termen lung.

Rezultatele cercetării arată că metodele integrate, care combină soluții naturale și tehnologice, sunt cele mai eficiente în restaurarea echilibrului ecologic al ecosistemelor acvatice.

Cuvinte cheie: reconstrucție ecologică; sisteme acvatice; poluare; ecosisteme acvatice; bioremediere

Abstract: The study explores remediation strategies such as bioremediation, phytoremediation, and advanced filtration technologies, highlighting their effectiveness in different aquatic ecosystems. Prevention measures and water protection policies are also analyzed to ensure long-term sustainability.

The research results show that integrated methods, combining natural and technological solutions, are the most effective in restoring the ecological balance of aquatic ecosystems.

Keywords: ecological reconstruction; aquatic systems; pollution; aquatic ecosystems; bioremediation

Clasificare JEL: Q2

Clasificare REL: 15G

Introducere

Rolul și importanța apei în viața și activitatea oamenilor. Apa este cea mai răspândită substanță, ocupând 3/4 din suprafața globului terestru. Suprafața pământului este acoperită în proporție de 78% de apă. În natură apa se găsește sub toate stările de agregare: solidă (gheața, zăpadă, grindină), lichidă (apa de ploaie, apa subterană, oceane, mari, fluvii, râuri, etc.), gazoasă (vapori de apă din atmosfera). Se mai găsește în organisme animale și vegetale, precum și în cristalohidrați, sub formă de apă de cristalizare.

Suprafața lumii este acoperită cu apă aproximativ peste 70 % și doar 2,5 % din apă este bună de băut. Conform raportului Comisiei de Dezvoltare Durabilă a Națiunilor Unite, doar 0,007 % din resursele totale de apă ale Pământului sunt accesibile consumului uman.

Resursele de apă ale României sunt apele de suprafață, râuri interioare, lacurile naturale sau artificiale, fluviul Dunărea (apa din Marea Neagră nu este luată în considerare datorită dificultăților de desalinizare a apei) și din apele subterane. Apa reprezintă principalul factor pentru întreținerea și dezvoltarea vieții și are o importanță primordială. Fără apă nu ar putea exista ființe și viață pe Pământ. În organism apa face parte din compoziția organelor, țesuturilor și lichidelor biologice. Ea este responsabilă pentru procesele de dizolvare și transportare a substanțelor asimilate și dezasimilate din organism. De asemenea, menține constantă concentrația sărurilor din organism și pe suprafața corpului, ia parte la reglarea temperaturii.

În jurul surselor de apă, s-au dezvoltat o diversitate de biocenoze și oamenii au fost atrași de aceste zone.

1. Rolul și importanța apei în viața și activitatea oamenilor

Acoperirea nevoilor industriale are o importanță mare, acestea fiind reprezentate de apa folosită fie ca materie primă, fie ca solvent sau ca separator pentru substanțe care au densitatea diferită. Acestea se regăsesc și la spălarea unor produse sau purificarea altora, la spălarea și întreținerea diverselor aparate și mașini-unelte, etc. Apa este folosită pentru alimentarea și îngrijirea animalelor, a adăposturilor pentru animale, pentru irigații și pentru consumul uman.

Tendențele actuale duc la consumul ridicat al resurselor de apă, ce dăunează echilibrului al acestor resurse și au efecte nefavorabile asupra dezvoltării economico-sociale ale țării. Elaborarea și implementarea eficientă a unor politici pentru utilizarea rațională a resurselor de apă are următoarele priorități: inversarea ritmului de creștere a consumului de apă din toate ramurile economiei, raționalizarea și economisirea în scopul minimizării necesarului de apă, reutilizarea și recircularea apei, protejarea apei de poluare, sistematizarea rețelelor de distribuție a apelor și participarea publicului.

1.1 Sursele de poluare

Sursele de poluare ale apei sunt multiple, dar cele mai frecvente sunt reprezentate de reziduurile menajere, agrozootehnice și industriale. Poluarea menajeră este reprezentată de populația colectivităților umane, fiind proporțională cu numărul populației (Radosavljević, 2024). Apele uzate menajere conțin în principal materii organice putrescibile (glucide, proteine, lipide), care în majoritatea lor sunt decantabile, și materiile anorganice fiind sărurile dizolvate aflate sub formă de ioni de calciu, bicarbonați, sulfați, magneziu, fosfați și alte elemente care se găsesc în cantități mai reduse decât materiile organice.

1.2 Efectul poluanților asupra apelor de suprafață

Materiile organice se regăsesc în apele uzate atât în suspensie, cât și sub formă dizolvată. Ele pot proveni din organisme animale și vegetale, iar în timpul descompunerii devin toxice, deoarece consumă oxigenul din apă în cantitate mai mare sau mică în funcție de cantitatea evacuată.

De asemenea, oxigenul este necesar în procesele de epurare aerobă sau de autoepurare a apelor, respectiv bacteriilor aerobe. Lipsa oxigenului din apă ca urmare a consumului lui în procesele de descompunere a materiilor organice are influențe grave și provoacă distrugerea fondului piscicol și organismelor acvatice.

Materiile anorganice pot să apară în apele uzate atât în suspensie, cât și sub formă dizolvată. Ele sunt specifice în general apelor uzate industriale. Cele mai întâlnite sunt: combinații ale metalelor grele (Cr, Zn, Cu), clorurile, fierul și sulfatii.

Sărurile anorganice contribuie la mărirea gradului de salinității apei, iar unele dintre ele pot provoca creșterea durtății. Apele cu durtate mare, au depuneri pe conducte, mărindu-le rugozitatea și micșorându-le capacitatea de transport. Apele dure înrăutățesc calitatea produselor de la fabricile de bere, zahăr, etc.

Clorurile care depășesc anumite limite fac apa improprie pentru alimentare cu apă potabilă, industrială și pentru irigații. Metalele grele sunt toxice asupra organismelor acvatice și în același timp afectează și procesele de autoepurare. Sărurile de azot și fosfor ajută la dezvoltarea rapidă a algelor de la suprafața apei, unde apare fenomenul de înflorire al apei.

Materiile în suspensie care plutesc, de exemplu produsele petroliere, uleiurile și spuma datorată detergenților, transformă un gust și miros neplăcut apei, împiedicând absorbția oxigenului de la suprafața apei și se depun pe diferite instalații ce determină obturarea sau murdărirea acestora, fiind toxice pentru fauna și flora acvatică și împiedică folosirea apei pentru irigații și agrement.

Substanțele toxice pot fi de natură organică sau anorganică. În cantități foarte mici pot distruge flora și fauna receptorului, iar o parte din ele pot ajunge în sistemul digestiv uman producând îmbolnăviri.

Substanțele radioactive pot proveni din industria extractivă, laboratoare, de la instalațiile de foraj, etc. Deși în apă ajung cantități mici de substanțe radioactive, acestea se concentrează pe organisme acvatice, radioactivitatea devenind foarte periculoasă datorită concentrației care poate ajunge de câteva mii de ori mai mare decât în apă.

2. Efectul poluanților asupra stării de sănătate

Apa care este colorată cu diferite substanțe din industrie, nu poate fi folosită pentru agrement (pescuit, canotaj, baie, etc.), alimentarea cu apă potabilă și industrială.

Energia împreună cu apele calde de la termocentralele ce funcționează pe cărbuni sau cu substanțe radioactive, produc dificultăți cum ar fi: dificultăți ale exploatării instalațiilor de

alimentare cu apă potabilă și industrială, la utilizarea apei pentru răcire, nu contribuie dezvoltarea normală a faunei piscicole, etc.

Microorganismele care sunt transportate împreună cu apele uzate pot fi dăunătoare (bacterii patogene), inofensive (bacteriile banale) și utile (bacteriile aerobe și anaerobe).

2.1 Metode hidrotehnice de reabilitare a cursurilor de apă

Aplicarea diferitelor metode de reabilitare a cursurilor de apă se impune mai ales în zonele defavorizate datorită, în primul rând, dificultăților financiare și a situației economice drastice din aceste zone.

Reabilitarea ecologică a cursurilor de apă este un proces ce se impune a se realiza în urma acțiunilor diferiților factori de degradare asupra cursurilor de apă (Pătărlăgeanu et al., 2022). Pentru combaterea acestor factori de degradare a cursurilor de apă se impune luarea unor măsuri tehnice care să fie corelate cu măsuri administrative, în contextul dezvoltării durabile. În general lucrările hidrotehnice de reabilitare a unui curs de apă urmăresc reducerea volumului de apă care se scurge la suprafața terenului, împiedicarea, pe cât este posibil, a concentrării în șuvoaie a apelor ce se scurg de pe versanți, micșorarea vitezei de scurgere a apei pe versanți și în albie, atenuarea debitelor maxime.

Lucrările hidrotehnice de reabilitare a cursurilor de apă se pot împărți în două mari clase:

1. Lucrări de reabilitare pe cursul de apă;
2. Lucrări de reabilitare în afara cursului de apă.

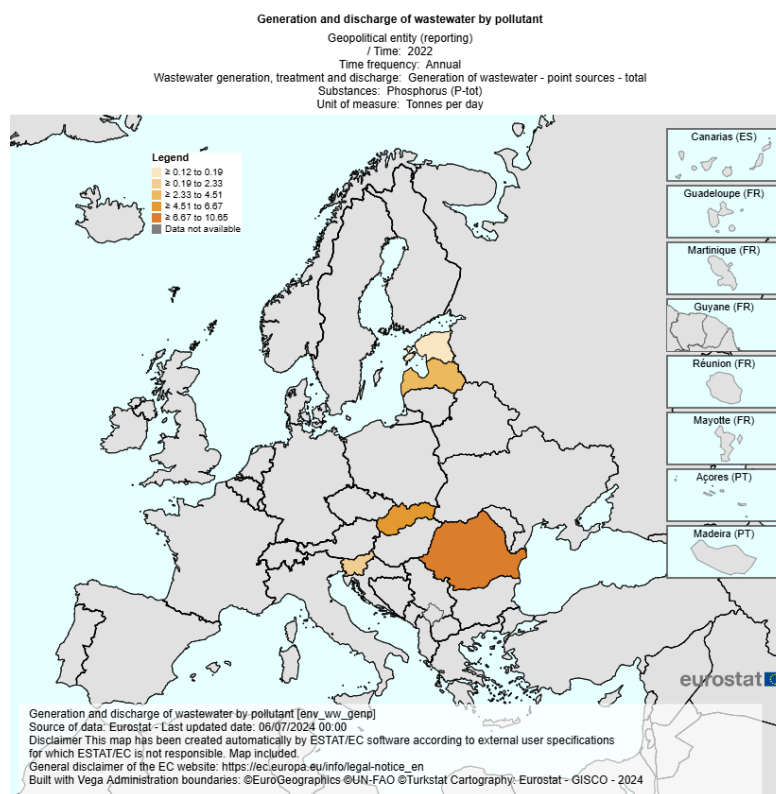


Figura 1: Generarea și evacuarea apelor afectate de poluare
Sursa: Eurostat

În figura 1 este prezentată harta Europei pe diferite niveluri ale apei afectate de poluare în anul 2022. Pentru această analiză s-au ales țările: România, Slovacia, Letonia, Slovenia, Lituania.

Astfel țara cu cea mai mică poluare înregistrată este Letonia cu 0,12 tone, urmată de Slovenia 0,19 tone și Lituania cu 2,33 tone. Țările cu o poluare ridicată sunt Slovacia cu 4,51 tone și România cu 6,67 tone.

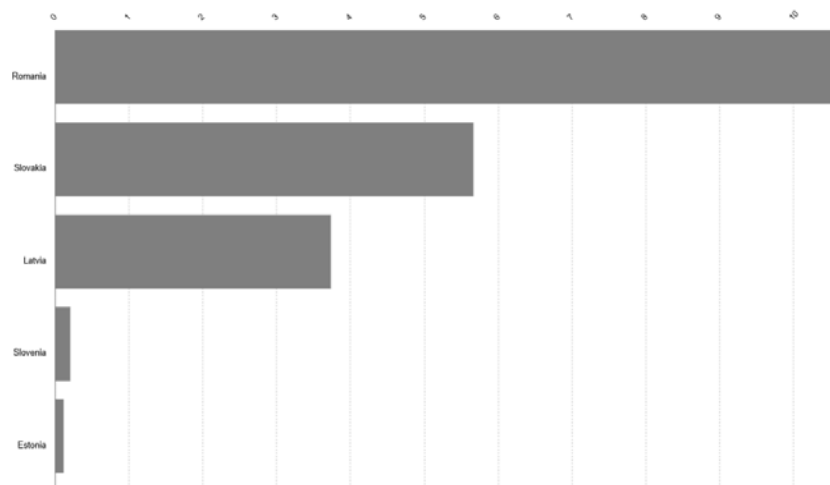


Figura 2: Generation of wastewater tones per day
Sursa: Eurostat

În figura alăturată sunt reprezentate țările cu o poluare ridicată asupra sistemelor acvatice. Astfel România este țara cu cea mai ridicată poluare de 10,65 tone/zi. Urmată de România este Slovacia care are jumătate din cantitatea de poluare a României, adică 5,67 tone/zi.

La mică diferență de Slovacia se află Letonia cu 3,74 tone/zi.

Țările cu cea mai scăzută cantitate de poluare sunt Slovenia cu 0,21 tone/zi și Estonia cu 0,12 tone/zi.

3. Măsuri și soluții

Unul dintre cele mai eficiente mijloace de remediere a ecosistemelor acvatice afectate de poluare este utilizarea metodelor biologice. Bioremedierea, prin care microorganismele sunt utilizate pentru a degrada substanțele toxice, reprezintă o soluție viabilă pentru reducerea impactului poluării organice și anorganice. De exemplu, anumite bacterii sunt capabile să descompună hidrocarburile provenite din deversările petroliere, contribuind astfel la restaurarea ecosistemelor marine și dulcicole. În mod similar, fitoremedierea implică utilizarea plantelor acvatice pentru absorbția și acumularea poluanților, fiind o metodă ecologică și sustenabilă de depoluare. Specii precum *Phragmites australis* (stuful) și *Typha latifolia* (papura) sunt recunoscute pentru capacitatea lor de a reține metale grele și alte substanțe toxice, contribuind la îmbunătățirea calității apei. Totodată, refacerea habitatelor

naturale, prin reintroducerea speciilor native și reconstrucția zonelor umede, reprezintă o strategie esențială pentru restabilirea biodiversității și echilibrului ecologic.

Pe lângă metodele biologice, soluțiile chimice joacă un rol important în reconstrucția sistemelor acvatice afectate de poluare. Neutralizarea poluanților prin utilizarea unor substanțe chimice, precum varul, este adesea necesară în lacurile și râurile afectate de acidifiere. De asemenea, tehnologiile de oxigenare a apei, prin injectarea de oxigen sau utilizarea sistemelor de aerare, sunt esențiale pentru prevenirea fenomenului de anoxie, care duce la pierderea vieții acvatice. Aceste măsuri contribuie la restabilirea echilibrului fizico-chimic al ecosistemelor acvatice și la îmbunătățirea condițiilor pentru organismele acvatice. Progresele tehnologice din domeniul protecției mediului oferă, de asemenea, soluții eficiente pentru remedierea și prevenirea poluării apelor. Stațiile moderne de epurare a apei, echipate cu tehnologii avansate precum nanofiltrarea și osmoza inversă, permit eliminarea eficientă a contaminanților periculoși. În plus, instalarea de bariere plutitoare și sisteme de filtrare mecanică ajută la captarea deșeurilor solide și la prevenirea acumulării acestora în râuri și oceane. De asemenea, tehnicile de bioinginerie, bazate pe utilizarea materialelor biodegradabile pentru stabilizarea malurilor și refacerea zonelor de protecție ale cursurilor de apă, contribuie la conservarea ecosistemelor acvatice și la reducerea impactului antropic asupra acestora.

Pe lângă măsurile de remediere, este esențială implementarea unor politici și strategii eficiente de prevenție pentru a asigura protecția pe termen lung a ecosistemelor acvatice. Monitorizarea continuă a calității apei, prin utilizarea senzorilor și sistemelor de alertă timpurie, permite detectarea rapidă a poluării și intervenția imediată. De asemenea, reglementările stricte privind poluarea apei, impunerea unor limite stricte pentru deversările industriale și sancționarea încălcărilor legislației de mediu sunt măsuri necesare pentru reducerea contaminării resurselor de apă. Nu în ultimul rând, educația ecologică și implicarea comunităților locale în acțiuni de protecție a apelor sunt factori esențiali în promovarea unui comportament responsabil față de mediul înconjurător.

Concluzii

Restaurarea sistemelor acvatice afectate de poluare necesită o abordare integrată, combinând metode biologice, chimice și tehnologice, alături de politici eficiente de prevenție. Prin aplicarea acestor soluții, se poate contribui la refacerea biodiversității, îmbunătățirea calității apei și protejarea ecosistemelor pentru generațiile viitoare.

Unul dintre cele mai eficiente mijloace de remediere a ecosistemelor acvatice afectate de poluare este utilizarea metodelor biologice. Bioremedierea, prin care microorganismele sunt utilizate pentru a degrada substanțele toxice, reprezintă o soluție viabilă pentru reducerea impactului poluării organice și anorganice. De exemplu, anumite bacterii sunt capabile să descompună hidrocarburile provenite din deversările petroliere, contribuind astfel la restaurarea ecosistemelor marine și dulcicole. În mod similar, fitoremedierea implică utilizarea plantelor acvatice pentru absorbția și acumularea poluanților, fiind o metodă

ecologică și sustenabilă de depoluare. Specii precum *Phragmites australis* (stuful) și *Typha latifolia* (papura) sunt recunoscute pentru capacitatea lor de a reține metale grele și alte substanțe toxice, contribuind la îmbunătățirea calității apei. Totodată, refacerea habitatelor naturale, prin reintroducerea speciilor native și reconstrucția zonelor umede, reprezintă o strategie esențială pentru restabilirea biodiversității și echilibrului ecologic.

Pe lângă metodele biologice, soluțiile chimice joacă un rol important în reconstrucția sistemelor acvatice afectate de poluare. Neutralizarea poluanților prin utilizarea unor substanțe chimice, precum varul, este adesea necesară în lacurile și râurile afectate de acidifiere. De asemenea, tehnologiile de oxigenare a apei, prin injectarea de oxigen sau utilizarea sistemelor de aerare, sunt esențiale pentru prevenirea fenomenului de anoxie, care duce la pierderea vieții acvatice. Aceste măsuri contribuie la restabilirea echilibrului fizico-chimic al ecosistemelor acvatice și la îmbunătățirea condițiilor pentru organismele acvatice. Progresele tehnologice din domeniul protecției mediului oferă, de asemenea, soluții eficiente pentru remedierea și prevenirea poluării apelor. Stațiile moderne de epurare a apei, echipate cu tehnologii avansate precum nanofiltrarea și osmoza inversă, permit eliminarea eficientă a contaminanților periculoși. În plus, instalarea de bariere plutitoare și sisteme de filtrare mecanică ajută la captarea deșeurilor solide și la prevenirea acumulării acestora în râuri și oceane. De asemenea, tehnicile de bioinginerie, bazate pe utilizarea materialelor biodegradabile pentru stabilizarea malurilor și refacerea zonelor de protecție ale cursurilor de apă, contribuie la conservarea ecosistemelor acvatice și la reducerea impactului antropic asupra acestora.

Pe lângă măsurile de remediere, este esențială implementarea unor politici și strategii eficiente de prevenție pentru a asigura protecția pe termen lung a ecosistemelor acvatice. Monitorizarea continuă a calității apei, prin utilizarea senzorilor și sistemelor de alertă timpurie, permite detectarea rapidă a poluării și intervenția imediată. De asemenea, reglementările stricte privind poluarea apei, impunerea unor limite stricte pentru deversările industriale și sancționarea încălcărilor legislației de mediu sunt măsuri necesare pentru reducerea contaminării resurselor de apă. Nu în ultimul rând, educația ecologică și implicarea comunităților locale în acțiuni de protecție a apelor sunt factori esențiali în promovarea unui comportament responsabil față de mediul înconjurător.

Acknowledgments

Parte din această cercetare a fost realizată în cadrul mobilității Erasmus+ desfășurate de Maria Claudia Baicu și Pîrvu Ana Maria la Institutul de Economie Agrară din Belgrad, Serbia, în perioada 6–12 aprilie 2025.

Referințe bibliografice

References

1. Diana Octavia Cormoș 2009 - file:///C:/Users/parvu/Downloads/BUPT_TD_Cormos%20Diana.pdf

-
2. Hidrolog Mihaela Elisabeta Madar 2007 - file:///C:/Users/parvu/Downloads/BUPT_TD_Madar%20Mihaela.pdf
 - 3 Florea Elena 2021 - https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/63-63_45.pdf
 - 4 VIMAN Oana*, I. OROIAN 2010 - [file:///C:/Users/parvu/Downloads/5843-Article%20Text-20883-1-10-20110302%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/parvu/Downloads/5843-Article%20Text-20883-1-10-20110302%20(1).pdf)
 5. Eurostat - https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ww_genp_custom_15888869/default/bar?lang=en
 6. Pătărlăgeanu, S. R., Dinu, M., Diaconu, A., & Oancea Negescu, M. D. (2022). Ecological agriculture and its role in sustainable development. Proceedings of the International Conference on Business Excellence, 16(1), <https://doi.org/10.2478/picbe-2022-0038>.
 7. Radosavljević, K., Pătărlăgeanu, S.R., Mihailović, B., & Mitrašević, M. (2024). Innovations of Rural Areas as a Necessity of Green Economy and Sustainable Development. Proceedings of the International Conference on Business Excellence, 18(1), June 2024. <https://doi.org/10.2478/picbe-2024-0143>.