

Articol bibliografic

Posibilități de Remediere a unor Situri Miniere Contaminate din România

COMAN Mirela*, V. OROS, Emilia MILOIU, G. TARO, R. POP

Universitatea de Nord din Baia Mare, Str. Victor Babeș nr. 62 A, 430083 Baia Mare, Romania

Primit în data de 9 iulie 2009; primit în forma finală după recenzie în 28 august 2009; acceptat în 16 septembrie 2009
Disponibil online din 25 decembrie 2009

Rezumat

Activitatea minieră, care a fost practică în România de secole, a dus la poluarea unor suprafețe mari de teren, la afectarea negativă a mediului înconjurător și reprezintă un risc pentru sănătatea umană. Lucrarea de față dorește să dovedească faptul că România poate să găzduiască o metodă relativ nouă, eficientă și durabilă din punct de vedere economic, de remediere a siturilor miniere degradate și anume fitoremedierea. Aplicabilitatea fitoremedierii pentru reabilitarea siturilor contaminate a fost dovedită prin numeroase proiecte aplicate în întreaga lume. Această metodă are un impact estetic pozitiv asupra peisajului și o acceptabilitate mare din partea publicului. Și mai mult, condițiile climatice și solul din România permit folosirea a numeroase specii de plante care pot îndepărta contaminanții din apă și din sol. Este așadar decis faptul că o aplicare cu succes a fitoremedierii pe siturile miniere contaminate din România poate fi obținută, dar cu anumite condiții. Aceste condiții includ promovarea acestei tehnologii prin găsirea unor metode adecvate de transfer de know-how și construirea la nivelul instituțiilor publice a capacității de confruntare cu problemele de remediere a siturilor miniere.

Cuvinte cheie: activități miniere, fitoremediere, impact asupra mediului

1.Introducere

România are o lungă istorie a mineritului de substanțe utile cum ar fi aurul, cuprul, plumbul, zincul, argintul, manganul, sarea și cărbunele. Cu toate acestea, datorită anilor de exploatare deplorabilă a mediului și tehnologiilor de extracție a mineralelor, minele și industriile afiliate de prelucrare a minereului au afectat mediul într-o manieră foarte negativă, ducând la o povară importantă asupra solului, apei, aerului și ecosistemelor. Ocazional, problemele s-au extins și dincolo de granițele țării datorită migrării poluanților pe calea râurilor sau purtați de vânt [1].

Astăzi, în ciuda faptului că majoritatea minelor sunt închise, acestea precum industriile afiliate minelor reprezintă o amenințare pentru om și pentru mediu.

Eroziunea continuă a iazurilor de decantare și a depozitelor miniere neprotejate are un impact major asupra mediului, amenințând suprafețe mari prin contaminarea apelor cu metale și compuși chimici. Similar, nămolurile miniere sunt frecvent contaminate cu metale și alte elemente toxice și necesită aplicarea unor soluții durabile [4].

În zilele noastre, principala problemă analizată în cercetare este capacitatea politică, economică și tehnică a României de a găzdui tehnica de remediere durabilă și eficientă din punct de vedere economic și anume fitoremedierea pentru a ataca problemele de mediu ridicate de siturile miniere abandonate.

* Autorul cărui i se va adresa corespondența.
Tel.: 0040 264 596384; Fax: 0040 264 593792
e-mail: comanmirela2000@yahoo.com

2. Impactul asupra mediului a activităților miniere

În România activitatea minieră se desfășoară de secole. Explorările geologice, extragerea mineralelor și metalurgia au condus la o degradare a mediului pe termen lung. Impactul acestor activități poate apărea în mod direct sau indirect iar suprafețele afectate sunt caracterizate prin modificări ale curgerii apelor subterane, ape reziduale, poluarea solului și eroziunea solului, prezența unor cantități mari de reziduuri miniere, dispuse în special sub formă de iazuri de decantare, degradarea peisajului, poluarea aerului, poluare radioactivă și poluare fonică. Toate aceste efecte au un impact asupra mediului negativ pe termen lung și sunt necesare măsuri pentru managementul și reducerea riscului. Conform "Report on the State of the Environment" aparținând Agenției Naționale pentru Protecția Mediului din Statele Unite ale Americii (NEPA) în 2007 [9], aproape 35.000 de

hectare de sol sunt poluate. Valorile prezentate în raport au fost colectate în anii 2004 - 2005 și

reprezintă doar o inventariere parțială a zonelor afectate de minerit.

Tabelul 1 arată trei tipuri de poluare rezultate din activitatea minieră, împreună cu nivelul poluării și suprafața contaminată. Exploatarea minierei conduce la distrugerea calității solului, cea mai consecventă fiind deteriorarea stratului fertil de sol precum și distrugerea terenurilor agricole și a pădurilor. Suprafețele unde deșeurile miniere au fost/sunt depozitate sunt îngrijorătoare deoarece au un impact major asupra faunei și a florei [16]. Ca și depozitele de deșeurii miniere, iazurile de decantare prezintă un risc continuu de rupere, iar prin acest fapt să ducă la poluarea solului și apei cu metale grele, cianuri și alți poluanți. Cele mai mari suprafețe distruse de acest tip de poluare sunt situate în județele Harghita, Hunedoara și Maramureș [17].

Tabelul 1. Poluarea solurilor rezultată din activitatea industrială (Report on the State of the Environment, NEPA 2007 [9])

Poluarea solului	Suprafața poluată (ha) și nivelul poluării					
	slabă	medie	puternică	foarte puternică	excesivă	totală
Activități miniere	-	111	255	485	23017,5	23868,5
Situri de depozitare a deșeurilor, iazuri de decantare, halde de steril	180,3	18	157	310	5412	6077,44
Substanțe purtate pe calea aerului (SO ₂ , NO _x , cloruri, fluoruri)	201832	74660	24818	15530	2.254	319094

Aceste impacte continuă să afecteze mediul chiar și după ce activitatea minieră a încetat. Zonele Baia Mare, Copșa Mică și Zlatna sunt cele mai afectate de acest tip de poluare. Alți poluanți ai solului rezultați din activitatea minieră sunt reprezentați de substanțe anorganice de tipul sărurilor, mineralelor și acizilor, care afectează peste 4000 ha în România (județele Timiș, Maramureș și Galați) și poluarea datorată substanțelor radioactive care afectează aproximativ 532,9 ha în județele Arad, Brașov, Harghita și Suceava [12].

3. Măsuri de protecția mediului luate pentru remedierea apei și solului în zonele miniere și reglementări pentru viitor

România are o istorie a protecției mediului relative recent. Începând din 2000, când a devenit candidat pentru a deveni membru a Uniunii Europene, Guvernul a început să ia măsuri de conformare a standardelor din domeniul mediului. La sfârșitul anului 2006 aproape toate legile

importante ale Uniunii Europene au fost nu numai transpuse ci au început să fie și implementate. Pentru a asigura eficiența acestora, au fost luate măsuri la diferite nivele, rezultând în parteneriate de dezvoltare, programe de pregătire și participări la proiecte bilaterale. Ca și parte a ascensiunii României înspre Uniunea Europeană, în aprilie 2004, Guvernul a aprobat „Strategia pentru 2004 - 2010 pentru sectorul minier” având ca țintă reforma acestui sector în concordanță cu regulile de ascensiune ale UE. De asemenea, multe legi au fost adoptate, cum ar fi Legea Minelor nr 85/2003 care abrogă de Legea Minelor nr.61/1998, H.G. nr. 644/2007, H.G. nr.1403/11.19.2007, H.G. nr.1408/11.19.2007 etc. [18].

În cadrul European, în septembrie 2006 Comisia Europeană a adoptat o strategie cuprinzătoare dedicată protecției solurilor și o propunere de directivă punând bazele a unei directive de bază pentru protecția solului [12]. Strategia este bazată pe două principii directoare: prima, prevenirea degradării în continuare a solului

și menținerea funcțiilor acestuia, și a doua, reabilitarea solurilor degradate la un nivel de funcționalitate cerut cel puțin de utilizarea actuală și cea dorită. O propunere de directivă pentru emisiile industriale a fost adoptată de Comisia Europeană în decembrie 2007. Procedura de decizie pentru această propunere este în desfășurare. România, ca și stat membru, trebuie să implementeze directivele UE [17].

4. Capacitatea României privind fitoremedierea zonelor miniere contaminate

Investigarea capacității României pentru remedierea zonelor miniere contaminate începe cu descrierea actorilor care joacă un rol în protecția mediului și activității acestora în domeniu. Cei mai importanți actori în România implicați în remedierea solurilor sunt instituțiile publice ca ministerele și agențiile naționale. Ele joacă un rol cheie în formularea și implementarea politicilor de mediu. Totuși, există ONG-uri și companii private care sunt active în sectorul minier prin dezvoltarea de proiecte de reabilitare a zonelor miniere, incluzând și proiecte de remediere a apelor și solului. Influența mass-mediei și societății civile și rolul acestora în domeniul minier o să fie discutată pe scurt. Universitățile și institutele de cercetare au o importanță mai mare în pregătirea, educarea, analiza, implementarea și monitorizarea pe termen lung a activităților de protecția mediului [5, 11].

Dar remedierea ecologică este mai dificilă în zonele miniere. Solurile acide și conținutul lor ridicat în metale grele nu permit utilizarea lor în agricultură sau în domeniul forestier. Eroziunea solului, alunecările de teren și procesele de infiltrare apar și au efecte negative asupra și un puternic impact asupra factorilor de mediu. Vegetația nu poate crește pe aceste tipuri de sol; apa de ploaie spală elemente toxice și duc la infiltrații [6].

Pentru remedierea acestor zone se face foarte multă cercetare și s-au dezvoltat tehnologii promițătoare pentru remedierea ecologică care propun folosirea plantelor pentru îndepărtarea poluanților din mediu [10]. Mulțumită caracteristicilor acestora, o tehnologie relativ nouă pentru remedierea solurilor numită fitoremediere devine o tehnologie de curățire prietenoasă, care atrage atenția prin eleganță, valoare științifică și comercială.

Aplicabilitatea fitoremedierii pentru reabilitarea zonelor contaminate a fost demonstrată prin mai multe proiecte demonstrative desfășurate în întreaga lume. Rezultate de succes au fost înregistrate în SUA, ca și în Europa unde au fost alocate fonduri substanțiale pentru cercetarea

fitoremedierii (figura 1). Exemple de proiecte de succes de fitoremediere duse la bun sfârșit în Europa indică aplicabilitatea acestei metode de curățare a siturilor contaminate cu metale grele și compuși organici. Dar raportul cercetărilor nu arată doar rezultate de succes, deci, mai este nevoie de mai multă cercetare și proiecte demonstrative.

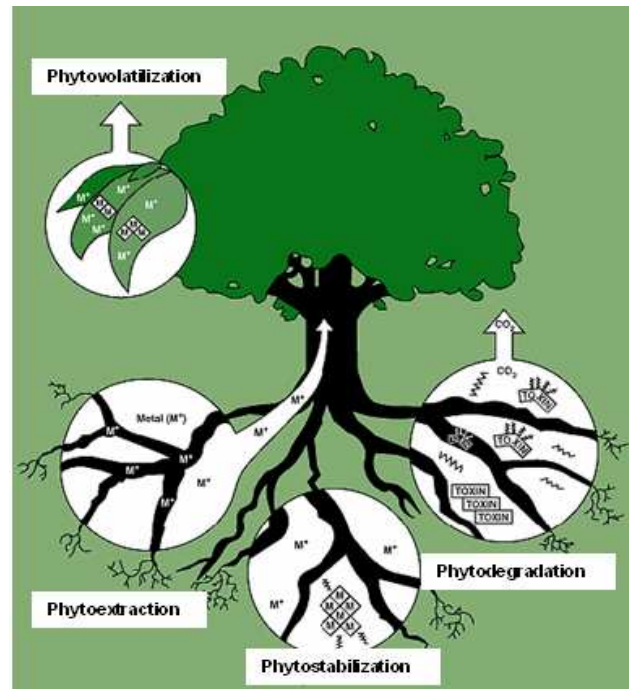


Figura 1. Fitoremedierea (Sursa: <http://quasimodo.versailles.inra.fr/inapg/phytoremed/nuls/comment.htm> [19])

5. Factorii favorizatori ai fitoremedierii

Fitoremedierea are un impact foarte pozitiv asupra esteticului peisajului, având ca rezultat o acceptabilitate ridicată din partea publicului. De altfel, condițiile climatice și de sol din România permit folosirea a numeroase specii plante care pot să îndepărteze contaminanții din apă și sol [3].

Fitoremedierea poate fi o soluție bună pentru curățirea zonelor miniere contaminate din România din mai multe motive, cum ar fi eficiența de cost comparativ cu tehnologiile de remediere clasică. Aceasta este un avantaj major deoarece resursele financiare reduse sunt pretinse pentru remedierea zonelor miniere.

Alți factori favorizanți sunt: implementarea ușoară și faptul că nu necesită personal specializat, analizele și testele pot fi făcute în laboratoarele universităților, a institutelor de cercetare sau în laboratoare private și nu sunt necesare tehnologii sofisticate pentru cultivarea acestor plante hiperacumulatoare [13, 14].

Un alt factor pozitiv este acela că România are resurse umane pentru implementarea

fitoremedierii. Personalul instituțiilor publice poate fi pregătit și informat în legătură cu diferitele metode de fitoremediere și procedurile de implementare, de exemplu prin organizare de workshop-uri și seminarii.

În câteva cazuri (ex. fitoremedierea cu copaci) pot fi obținute beneficii financiare și recuperarea costului investiției. Copacii pot fi tăiați ulterior și folosiți pentru producerea hârtiei, ca sursă de energie (biocombustibil), producerea unor elemente de mobilier etc.

Universitățile românești, prin departamentele științifice, pot colabora cu alte instituții pentru a asigura asistență pentru dezvoltarea de proiecte de fitoremediere, metoda fiind din ce în ce mai populară printre cercetători [15].

6. Factori de constrângere pentru fitoremediere

Chiar dacă fitoremedierea poate fi o soluție fezabilă pentru curățirea zonelor miniere contaminate, sunt anumiți factori care constrâng aplicabilitatea acesteia în România.

Rezultatul diferitelor studii arată că fitoremedierea a fost implementată în România doar în cazul unor experimente la scară mică și au fost executate de institutele de cercetare și de universități.

Fitoremedierea este astfel relativ necunoscută la nivelul instituțiilor publice și companiilor care se ocupă de remedieri ecologice.

Un alt factor care poate împiedica implementarea fitoremedierii este timpul. De fapt, procesul de remediere durează mai mult comparativ cu celelalte tehnici clasice. Dar, luând în considerare situația financiară actuală în sectorul minier, acesta nu permite investiții mari pentru remedierea ecologică, se preferă aplicarea unor tehnici durabile și la prețuri mici, ca și fitoremedierea.

Sunt unele probleme care pot apărea pe un site contaminat după implementarea fitoremedierii. Marea majoritate a zonelor miniere sunt situate în apropierea orașelor mici sau a satelor.

Acestea sunt afectate de probleme sociale serioase, cum ar fi lipsa locurilor de muncă (mare majoritate a locuitorilor acestor regiuni au muncit în industria minieră înainte de închiderea minelor) și calitatea proastă a vieții (de exemplu salarii mici; rata mare a bolilor – cel mai probabil din cauza poluării ridicate din zonă).

Aceste probleme pot genera un comportament neadecvat din partea populației locale în ceea ce privește aplicarea fitoremedierii site-ului. De exemplu, este un risc ca pomii folosiți pentru fitoremediere să fie tăiați de localnici și folosiți ca și combustibil sau vânduți la preț mic [2].

Un alt risc poate apărea în cazul în care plantele folosite pentru fitoremediere sunt ingerate de către vaci, oi sau alte animale domestice care pășunează pe sit, ducând la intoxicații sau boli printre animale sau printre localnici, și așadar influențează negativ finalitatea proiectului de fitoremediere.

Aceste situații sunt posibile deoarece populația nu respectă întotdeauna regulile și legislația și de cele mai multe ori nu țin cont de riscul la care sunt expuși. Mai mult, zonele miniere contaminate arată de obicei abandonate, ca și cum nu ar apărea nimănui, rezultând astfel un motiv pentru populație de a folosi aceste terenuri în folosul lor [16].

După implementarea fitoremedierii este foarte important să se aplice măsuri de monitorizare corespunzătoare.

Remedierea ecologică asociată cu o lipsă a monitorizării corespunzătoare, care poate duce la realizări reduse și la pierdere de bani.

Monitorizarea este de obicei o problemă frecvent neglijată, de cele mai multe ori din cauza resurselor financiare reduse sau problemelor structurale ca lipsa de comunicare între părțile implicate în proiect, suprapunerea responsabilităților sau organizarea insuficientă [8].

Riscul și rezultatele negative care pot apărea atunci când regulile nu sunt respectate pot fi clar puse în evidență. Această țintă poate fi obținută prin organizare de workshopuri și seminarii, publicarea de articole și prin informarea ONG-urilor, care au de obicei o rețea bună de diseminare a informațiilor.

7. Concluzii – recomandări pentru implementarea cu succes a fitoremedierii în România

Activitățile miniere, care au fost desfășurate în România de secole, au dat naștere unor regiuni mari poluate, afectând negativ mediul și reprezentând o amenințare pentru sănătatea umană. Una dintre încercările mari în reforma mediului o reprezintă remedierea regiunilor miniere.

Această situație actuală privind reabilitarea regiunilor miniere, legislația de mediu, actorii care joacă un rol important în acest domeniu consideră că fitoremedierea este o metodă relativ nouă, cu preț redus, prietenoasă cu mediul și durabilă, o tehnică care poate fi aplicată pe zonele miniere afectate pentru reducerea riscului și îmbunătățirea impactului vizual asupra peisajului.

Este totuși cunoscut că o implementare cu succes a fitoremedierii pe siturile miniere contaminate din România poate fi obținută doar în anumite condiții.

Aceste condiții includ promovarea acestei tehnologii prin găsirea unor căi corespunzătoare de

transmitere de know-how și de a crea capacitatea aplicării metodei la nivelul instituțiilor publice și organizațiilor care se ocupă cu probleme de remediere a siturilor miniere.

Informarea societății civile despre fitoremediere, avantajele și dezavantajele acestui lucru, trebuie asumate înainte și în timpul implementării proiectului de fitoremediere.

Regulile implementării fitoremedierii trebuie stabilite în fiecare arie de proiect iar populația trebuie informată corect pentru o imagine clară și realistă a fitoremedierii.

Bibliografie

- [1] Baican, G., 2009, Unpublished report on rehabilitation of mining areas, Ministry of Economy and Finance, Project Management Unit.
- [2] Bonaventura, C. and F.M. Johnson, 1997, Healthy environment for healthy people: Bioremediation today and tomorrow. *Environmental Health Perspectives* 105, 5 - 20
- [3] Chaney R.L., M. Malik, Y.M. Li, S.L. Brown, E.P. Brewer, J.S. Angleand, A. Baker, 1997, Phytoremediation of soil metals, 1 - 10
- [4] Clemente R., D.J. Walker and M.P. Bernal, 2005, Uptake of heavy metals and As by Brassica juncea grown in a contaminated soil in Aznalcóllar (Spain): The effect of soil amendments. – *Environmental Pollution* 138, 46-58
- [5] Dushenkov V., P.B.A. Nanda Kumar, H. Motto and I. Raskin, 1998, Rhizofiltration: The use of plants to remove heavy metals from aqueous streams. – *Environmental Science & Technology* 29, No. 5, 1239 -1240
- [6] Ebbs S.D. and L.V. Kochian, 1998, Phytoextraction of Zinc by Oat (*Avena Sativa*), Barley (*Hordeum vulgare*), and Indian mustard (*Brassica juncea*). – *Environ. Sci. Technol.* 32, 802 - 806
- [7] Environmental Protection Agency Maramureș, Romania, Report on the State of the Environment, 2007, Ch. 4 – Water, Ch. 5 – Soil
- [8] Fodor D., G. Baican, 2001, Impactul industriei miniere asupra mediului. Infomin, Deva, Romania
- [9] Gabrian C.F., N. Turdean 2007, Closing the Mines in Romania – A New Challenge. Ministry of Economy and Finance, Project Management Unit, Capacity Building on the Ecomining Principle, Proceedings of the Second International Seminar ECOMINING – Europe in 21st Century, Sovata&Praid Salt Mine, October 2007, Romania, edited by S.-E. Deák & G. Deák, publishing house Universitas
- [10] Garbisu C. and I. Alkorta, 2001, Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment - *Bioresource Technology* 77, 229 - 236
- [11] Lacatusu et al., 1998, Heavy metals in soil-plant-water-animal system within the areas polluted by emissions from the non-ferrous metallurgical industry. – *Soil Science* 32, No. 1 - 2, 137 - 153
- [12] Lacatusu R., B. Kovacovics, M. Lungu, St. Carstea, and A. Bretan, 2002, Heavy metals soil pollution in an area close to a mud-setting pond. – International Conference “Soils and Global Change”, Constanta, Romania, September 347 - 355
- [13] Raskin I., R.D. Smith and D.E. Salt, 1997, Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. - *Current Opinion in Biotechnology* 8, 221 - 226
- [14] Van der Leile D., J.P.Schwitzguébel, D.J. Glass, J. Vangronsveld and A. Baker, 2001, Assessing Phytoremediation's Progress. – *Environmental Science & Technology* Nov., 447A - 452A
- [15] Vassilev A., J.-P. Schwitzguébel, T. Thewys, D. Van der Leile and J. Vangronsveld, 2004, The use of plants for remediation of metal-contaminated soils. – *The Scientific World Journal*, 9 - 34
- [16] ***, http://www.minind.ro/domenii_sectoare/index4.html
- [17] ***, <http://ec.europa.eu/environment/waste/mining/index.htm>
- [18] ***, <http://www.arpmnv6.ro/serv01.htm>
- [19] ***, <http://quasimodo.versailles.inra.fr/inapg/phyto remed/nuls/comment.htm>