

**Nicolae Cătălin DINUCĂ**

## **Colecția STUDIA DOCTORALIA**

**Directorul colecției**  
**IPS Prof.univ.dr. Irineu Ion POPA**  
**Director al CSUD - IOSUD**  
**Universitatea din Craiova**

### **COMITETUL ȘTIINȚIFIC**

Prof.univ.dr. Badică Costin, Școala doctorală „Constantin Belea” a Facultății de Automatică Calculatoare și Electronică

Prof.univ.dr. Burlea Șchiopoiu Adriana, Școala doctorală de Științe Economice

Prof.univ.dr. Cosmulescu Sina Niculina, Școala doctorală de Ingineria resurselor animale și vegetale

Prof.univ.dr. Damean Sorin Liviu, Școala doctorală de Științe sociale și umaniste

Prof.univ.dr. Dumitru Nicolae, Școala doctorală „Academician Radu Voinea” a Facultății de Mecanică

Prof.univ.dr. Enache Sorin, Școala doctorală de Inginerie electrică și energetică

Prof.univ.dr. Gautier Laurent, Universite de Bourgogne, Dijon, Franța

Lector univ.dr. Matei Andaluzia Cristina, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Matei Gheorghe, Școala doctorală de Științe Economice

Prof.univ.dr. Mazilu Mirela Elena, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Micu Sorin, Școala doctorală de Științe

Prof.univ.dr. Mitrea Ion, Școala doctorală de Ingineria resurselor animale și vegetale

Prof.univ.dr. Ocoleanu Ticu Nelu, Școala doctorală de teologie ortodoxă „Sfântul Nicodin”

Prof.univ.dr. Otovescu Dumitru, Școala doctorală de Științe sociale și umaniste

Prof.univ.dr. Olteanu Gabriel, Școala doctorală a Facultății de Drept

Prof.univ.dr. Panea Nicu, Școala doctorală „Alexandru Piru” a Facultății de Litere

Prof.univ.dr. Petre Nicolae, Școala doctorală de Inginerie electrică și energetică

Prof.univ.dr. Răducanu Ruxandra, Școala doctorală a Facultății de Drept

Prof.univ.dr. Selișteanu Dan, Școala doctorală „Constantin Belea” a Facultății de Automatică Calculatoare și Electronică

Prof.univ.dr. Spulbăr Cristi Marcel, Școala doctorală de Științe Economice

Conf.univ.dr. Stan Răzvan, Școala doctorală de Teologie ortodoxă „Sfântul Nicodin”

Prof.univ.dr. Tarniță Daniela, Școala doctorală „Academician Radu Voinea” a Facultății de Mecanică

Prof.univ.dr. Teodorescu Cristiana-Nicola, Școala doctorală „Alexandru Piru” a Facultății de Litere

Nicolae Cătălin DINUCĂ

**CERCETĂRI PRIVIND FUNDAMENTAREA  
ȘTIINȚIFICĂ A RECONSTRUCȚIEI  
ECOLOGICE A HALDELOR DE STERIL  
REZULTATE PRIN EXPLOATĂRI  
MINIERE DE SUPRAFAȚĂ  
DIN BAZINUL MIJLOCIU  
AL JILȚULUI ȘI MOTRULUI**



**EDITURA UNIVERSITARIA  
Craiova, 2023**

**Referenți științifici:**

**Prof.univ.dr. Mihai DUMITRU**

**Dr. ing. Lucian DINCĂ**

**Conf.univ.dr. Andra-Nicoleta LAZĂR**

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**DINUCĂ, NICOLAE CĂTĂLIN**

**Cercetări privind fundamentarea științifică a reconstrucției ecologice a haldelor de steril rezultate prin exploatarea miniere de suprafață din bazinul mijlociu al Jițului și Motrului / Nicolae Cătălin Dinucă. -**

Craiova : Universitaria, 2023

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1900-5

622.1

© 2023 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

## PREFAȚĂ

Cercetările privind fundamentarea științifică a reconstrucției ecologice a haldelor de steril rezultate prin exploatarea miniere de suprafață din bazinul mijlociu al Jițului și Motrului s-a dovedit a fi una dificilă.

Lucrarea este rezultatul unei intense munci atât în laborator cât și pe teren. Realizarea acestei lucrări s-a făcut cu un maxim de efort și imposibil de realizat fără ajutorul mai multor persoane, care au contribuit la formarea mea profesională.

Îi mulțumesc în primul rând domnului prof.univ.dr.ing. Dumitru Romulus TÂRZIU. De la acceptarea mea ca doctorand sub îndrumarea domniei sale, domnul profesor m-a sprijinit și îndrumat, a făcut împreună cu subsemnatul multe deplasări pe teren, unde am primit recomandări foarte prețioase.

Domnului prof. TÂRZIU îi transmit respectul meu și profunde mulțumiri. O a doua persoană căreia vreau să-i mulțumesc și pe care îl consider un „un părinte spiritual”, care îmi dă tot timpul sfaturi atât referitoare la activitatea profesională, dar și la viața de zi cu zi, este domnul profesor univ. dr.ing. Mihai DUMITRU, directorul I.C.P.A București. O altă persoană deosebită este domnul dr.ing. Râjnoveanu Ion, care m-a îndrumat cum să recoltez probele de sol. Țin să îi adresez sincere mulțumiri și să îl asigur de tot respectul meu.

Mulțumirile mele le transmit și domnului prof. dr. ing. Gheorghe SPÂRCHEZ care mi-a fost de mare ajutor la fiecare sfat pe care l-am cerut de la dânsul, mai ales în conferința organizată de către ICPA București în anul 2012 în Oltenia.

Mulțumiri deosebite adresez colegilor și prietenilor care m-au susținut și încurajat permanent, iar vărul meu, Costică m-a ajutat la măsurătorile de pe teren.

Mulțumirile mele profunde se îndreaptă către părinții mei (inspector șef adjunct la CRSC RM. VÂLCEA - Dinucă Gheorghe și scumpa mea mamă - ing. chimist Dinucă Elena) și către sora mea dragă, șef lucrări dr. Claudia Dinucă, care m-a îndrumat la unele interpretări statistice.

Această carte o dedic bunicului meu Drăgușin Gheorghe, care s-a dus la ceruri la terminarea facultății de către subsemnatul, cu regretul profund că nu m-a văzut în activitate și bunicii mele Drăgușin Lucreția, care m-au crescut până la vârsta de 6 ani în comuna Ștefănești, satul Dobrușa, județul Vâlcea.

De asemenea, dar nu în ultimul rând, dedic această teză și unchiului meu Viorel, cel care mi-a pus prima dată stiloul în mână și mătușii mele Maria, sora mamei mele, cea care m-a dus prima dată la grădiniță.

Autorul

# **CAPITOLUL I**

## **STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR PRIVIND RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A HALDELOR DE STERIL REZULTATE PRIN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ**

### **1.1 Conceptul de reconstrucție ecologică și modul de aplicare al acestuia în cazul haldelor de steril**

Reconstrucția ecologică este o acțiune de introducere în circuitul economic productiv a terenurilor degradate dintr-o cauză oarecare. Ea presupune readucerea pe cât posibil a acestor suprafețe la stadiul inițial prin recultivarea cu specii ierbacee sau lemnoase.

Reconstrucția ecologică are un specific propriu fiecărei zone ce urmează să fie atrasă în circuitul economic. Cele mai importante direcții de punere în valoare a terenurilor degradate sunt:

- recultivarea agricolă, prin care se urmărește fie redarea acestor halde ca terenuri arabile, plantații pomicole și viticole, fie amenajarea lor ca pășuni și fânețe;

- recultivarea silvică, adică înființarea de păduri cu rol comercial sau cu rol de protecție și refacere a solului și biodiversității.

Principalele restricții în alegerea modului în care se vor recultiva haldele de steril constau în: procese intense de eroziune hidrică sau eoliană, instabilitate, aciditate sau alcalinitate excesivă, deficit mare de elemente nutritive, regim hidric nesatisfăcător, neomogenitate accentuată, pante prea mari, denivelări prea mari.

Werner și colab. (1984) apreciau că procesul de recultivare are loc în două faze: tehnică și biologică. Recultivarea tehnică implică toate măsurile necesare în interesul economiei naționale de a face posibilă folosirea acestor

suprafețe pentru accesibilitate minieră sau pentru alte forme de utilizare. Aceasta este responsabilitatea unităților de exploatare miniere de carieră și implică în principal următoarele lucrări:

- stratele de sol cele mai pretabile la recultivare trebuie să fie utilizate la copertarea sterilului ce va fi folosit în procesul de recultivare agricolă sau silvică. Grosimea stratului pretabil la recultivare trebuie să fie de 100 cm pentru recultivarea agricolă și de 200 cm pentru recultivarea silvică. Măsurile de ameliorare de bază a terenului, în special cele necesare pentru eliminarea compușilor fitotoxici cu sulf, sunt aplicate pe aceste suprafețe, numai dacă solul cultivabil nu poate fi așezat pe grosime suficientă. Scopul acestor măsuri este de a asigura creșterea plantelor și puietilor prin aplicarea amendamentelor cu carbonat de calciu și a fertilizanților minerali;

- suprafața trebuie să fie suficient de mare pentru a permite utilizarea fără dificultate a utilajelor atât pentru agricultură și cât și pentru silvicultură;

- trebuie luate măsuri pentru controlul scurgerilor de pe terenurile supuse recultivării;

- trebuie construit un sistem de pante și terase stabile, cu înclinarea pantei mai mică de 1:4 și trebuie luate măsuri pentru prevenirea eroziunii.

Recultivarea biologică presupune restaurarea completă a fertilității solului, implică toate lucrările solului, măsurile de ameliorare a terenurilor agricole, forestiere, necesare pentru a obține cele mai mari producții stabile posibile pe suprafețele recultivate.

Această fază este aplicată de întreprinderea ce folosește terenul și implică în special următoarele operații:

- solul trebuie să fie lucrat atent, având în vedere să se asigure lucrarea la adâncimea dorită în timpul primilor doi ani de lucru;

- condițiile necesare pentru a obține nivele ridicate de producție de biomasă pot fi asigurate prin aplicarea unor doze mai mari de îngrășămintă;

- trebuie selectate cu atenție culturile și rotația culturilor, pentru a asigura creșterea rapidă a fertilității solului;



- speciile forestiere folosite trebuie să fie pretabile pe solul luat în cultură, iar leguminoasele trebuie să fie semănate în special pentru a asigura rapid un covor de vegetație;

Eroziunea este intensă pe haldele proaspete atâta timp cât nu sunt protejate de vegetație. Nu există agregate stabile la apă în aceste materiale lipsite de materie organică. Numai rocile și fragmentele de șist protejează haldele de eroziune (Kohne, 1950).

Pe halde, fragmentele de cărbune și alte materiale cărbunoase vor reacționa ca o sursă de carbon organic, dar ele nu contribuie la aprovizionarea cu elemente nutritive pentru organismele implicate în procesele de amonificare și nitrificare.

Condițiile de umiditate din haldă sunt factori decisivi în procesul de recultivare. Apa servește ca reactant în formarea acidului sulfuric, ca solvent al sărurilor minerale, ca agent de transport al poluanților, dar și ca factor de frânare al operațiilor miniere.

Angel (1973) citând datele după Struthers arată că în halde aprovizionarea cu apă este mai bine menținută datorită cantității reduse care face ca apa să se piardă mai greu prin evaporare și prin infiltrare. Comparativ cu solul pe halde crește capacitatea de înmagazinare a apei și scade drenajul intern.

Nivelarea haldelor are o mare influență asupra umidității din haldă. Viteza de infiltrație medie pentru o haldă nenivelată este mai mare de circa 10 ori decât pentru o haldă nivelată. Compactarea haldelor în timpul nivelării reduce viteza de infiltrație a apei, capacitatea de aerație a solului și cantitatea de apă accesibilă.

Evangelou (1989) apreciază că pregătirea unui bun pat germinativ și folosirea cantităților cerute de amendamente și elemente nutritive reprezintă cheia de bază pentru stabilirea unui bun covor vegetal la suprafața haldelor de steril rezultate din exploatarea cărbunelui. Înainte de pregătirea patului germinativ (deci la începerea recultivării biologice) se vor recolta probe de sol pentru a se evalua corect cerințele de amendare și fertilizare.

Prin aplicarea amendamentelor calcaroase are loc nu numai o reducere a acidității, ci și o reducere a efectelor toxice a manganului și aluminului solubil. Se îmbunătățește totodată aprovizionarea plantelor cu calciu și magneziu, crește accesibilitatea altor elemente nutritive pentru plante și se îmbunătățește structura. Amendarea conduce la creșterea fixării azotului atmosferic de către bacteriile din nodozitățile leguminoaselor și de către alte bacterii fixatoare de azot din sol.

Dacă condițiile de pH nu sunt restrictive, leguminoasele se dezvoltă mai bine pe halde deoarece au capacitatea de a utiliza azotul atmosferic, deci sunt mai rezistente la deficitul de azot din haldă (Dove și colab. 1991).

La înființarea pășunilor și fânețelor se recomandă o doză minimă de 60 kg N/ha, iar după fiecare coasă sau pășunat, aplicarea a 30 kg N/ha. Dozele de fosfor variază între 44 și 88 kg/ha, iar cele de potasiu între 25 și 75 kg/ha. (Barnhisel, 1995).

Pentru menținerea unor producții ridicate pe pășuni și fânețe se recomandă ca în anii următori să se aplice 30-75 kg / ha azot în perioada 15 februarie-1 mai și încă 30-50 kg/ha azot în perioada 1 august-30 septembrie. Aceste doze sunt valabile pentru fânețele sau pășunile în care leguminoasele dețin mai puțin de 50 %.

Dozele de azot pot fi mărite cu 25-50 kg/ha dacă haldele au calități deosebite, pantele sunt sub 6 % și acolo unde creșterea producției este necesară și furajul este dominat de graminee. Pentru întreținere, în fiecare an, se recomandă și aplicarea a 33-66 kg/ha fosfor și 50-100 kg/ha potasiu, în cazul în care fâneața este formată dintr-un amestec de leguminoase și graminee și de 26-52 kg/ha fosfor și 25-50 kg/ha potasiu dacă sunt numai graminee (Barnhisel, 1995).

## **1.2 Reconstrucția ecologică a haldelor de steril pe plan mondial**

Dintre soluțiile adoptate pentru controlul eroziunii de către Oficiul de Minerit al SUA se pot enumera următoarele:

- fixarea rapidă cu ajutorul vegetației;
- crearea unor canale pentru dirijarea apei de scurgere;
- construirea unor bazine de sedimentare pentru a evita transmiterea unei cantități mari de sedimente în apele de suprafață;
- crearea unei serii de diguri din piatră pentru a încetini scurgerea și a depune sedimentele fine;
- folosirea unor sisteme de filtrare pentru a controla conținutul în sediment.

Deseori au loc surpări de maluri la marginea exploatării sau necesitatea de a acoperi acești pereți pentru a evita scurgerile acide din rocile formatoare de acizi aduse la zi. Se impune umplerea și nivelarea cu steril a acestora, realizarea unor pante normale pe care să se poată instala vegetația și controla eroziunea și depunerea în terase pentru un control mai bun al scurgerilor.

Prin acest mod de organizare se revine la un peisaj asemănător celui avut înainte de începerea excavării. Legea cere ca umplerea acestor gropi cu steril și nivelarea, evitarea pereților abrupti, să se facă repede pentru a evita accidentele și a reduce alunecările și eroziunea. După umplerea cu steril se copertează cu sol fertil și se cultivă.

Nu trebuie uitat că deseori pereții abrupti și înalți ai excavațiilor miniere au întrerupt drumuri, sunt în apropierea unor localități, se surpă frecvent, constituie un loc de atracție pentru copiii ce privesc la exploatarea minieră. În cazul în care în groapa rămasă după excavarea cărbunelui s-a format un lac riscul crește pentru cei veniți la pescuit sau înot, datorită slăbirii rezistenței pereților și prăbușirilor frecvente.

Daniels și colab. (1995) arătau că multe probleme ale haldelor pot fi reduse semnificativ prin menținerea unui covor vegetal viabil. O comunitate de plante viguroase va reduce mișcarea apei și oxigenului în halda, deci va limita producerea de scurgeri acide, va reduce pierderile prin eroziune și va stabiliza halda.

Piha și colab. (1995) apreciau că fixarea rapidă cu ajutorul vegetației constituie un pas important în controlul eroziunii și al recultivării finale. Unele soluții de recultivare presupun cheltuieli mari: copertarea cu orizont fertil, utilizarea de plante cu cerințe ridicate de elemente nutritive atât în faza inițială cât și pe termen lung, doze mari de îngrășăminte chimice, amendamentele organice. Acestea, deși utile în procesul de recultivare sunt greu de acceptat de către țările în curs de dezvoltare, unde nici posibilitățile materiale, nici cadrul legal, nici posibilitatea de a crește prețurile în minerit nu permit acest lucru. Se recomandă o tehnologie cu intrări reduse ce includ plantarea directă, în teren nepregătit, folosirea speciilor adaptate la substratele respective și cu cerințe nutriționale mici, folosirea speciilor fixatoare de azot pentru a asigura o sursă sustenabilă de azot.

Lucrările de prevenire și combatere a eroziunii solului se pot grupa în patru mari categorii:

- lucrări și măsuri pentru îmbunătățirea covorului vegetal;
- organizarea teritoriului,
- lucrări hidroameliorative;
- măsuri silvice (Guș și colab., 2002).

Angel (1973) arată că proprietățile fizice și chimice ale haldelor limitează procesul de recultivare. Pentru multe areale este necesar să se folosească plante care au cerințe reduse pentru calciu și au toleranță ridicată la aciditate și concentrații ridicate de fier, mangan, aluminiu și sulf. Pentru supraviețuirea plantelor este necesar să se aplice îngrășăminte cu azot. În mod natural (fără fertilizare cu azot) trebuie să treacă mulți ani înainte ca speciile de plante pionier ce se dezvoltă pe halde să poată contribui cu cantități semnificative la formarea de materie organică în substrat, care să stimuleze procesele de amonificare și nitrificare care sunt foarte reduse în halde.

Cărbunele a fost găsit în 35 de state, dar exploatarea la zi este extinsă mai ales în statele Indiana, Illinois, Ohio, West Virginia, Pennsylvania, Missouri, Kansas, Oklahoma, Kentucky, Alabama, Arkansas și Iowa (Dumitru, 1999).

De obicei minele sunt deschise în arealele rurale unde valoarea pământului este coborâtă și proprietățile foarte mari. Sunt degradate de obicei terenurile agricole și forestiere.

Exploatarea miniere la zi produc circa 60% din cărbunele extras în S.U.A.

Datorită măsurilor de protecția mediului ce se iau în timpul exploatarea cărbunelui și a calității măsurilor de recultivare luate după exploatare se apreciază că această activitate constituie o folosință temporară a terenului, după care sunt posibile o varietate de alte folosințe.

În S.U.A., între anii 1930 și 1971, 59 % din terenul degradat a fost utilizat pentru excavare, 38 % pentru depunerea reziduurilor (sterilul rezultat din excavare și cel rezultat de la prepararea metalelor) și 3 % a fost degradat datorită lucrărilor din subteran (Dumitru M., 1999)

În tabelul numărul 1.1 se prezintă suprafața de teren degradată de industria minieră din SUA în perioada 1930-1971. Datele relevă un procent mare de recultivare a terenurilor degradate prin extracția la zi a cărbunelui (76,5%). Fiecare hectar de teren recultivat a costat circa 10 100 dolari S.U.A.

Pentru SUA sunt de menționat experiențele citate de Gordon (1972) pe 60 de halde precedate de nivelare și copertare cu 50 cm sol fertil. Protecția față de eroziune s-a asigurat prin împrăștierea unui amestec de pastă de hârtie și apă. Taluzurile au fost semănate cu graminee ierboase. Suprafețele amenajate au fost plantate cu salcâm, anin, mesteacăn și pin, iar printre rândurile arborilor s-a semănat *Coronilla varia L.*- coroniște (Dumitru M., 1999).

Se aplică amendamente și îngrășăminte, iar între parcelele silvice se seamănă ierburi perene, leguminoase și cereale, care nu se recoltează (STROIE, 2009).

**SUPRAFAȚA DE TEREN DEGRADATĂ DE INDUSTRIA MINIERĂ  
ÎN S.U.A., 1930-1971 (după Barney, 1982).**

*Tabelul numărul 1.1.*

Tipul de folosință	Metale		Nemetale		Combustibili fosili	
	Degradate	Recultivate	Degradate	Recultivate	Degradate	Recultivate
Exploatări miniere la zi	119500	8,5	547000	28,2	520000	76,5
Exploatări subterane						
Procese de subsidența	4940	14,6	1850	2,2	35600	4,6
Depunere de reziduuri	8860	6,9	840	8,3	67200	12,0
Depunere de reziduuri din măcinare și procesare	89400	7,8	81300	11,6	12900	20,3

**COSTURI TIPICE PENTRU RECULTIVAREA HALDELOR  
DE STERIL ABANDONATE**

*Tabelul numărul 1.2*

Activitatea	Costuri / ha - dolari
Amenajarea și nivelarea haldei	2500
Copertarea cu sol	6000
Curățire și afânare adâncă	700
Recultivare biologică	900
<b>Total</b>	<b>10100</b>

În S.U.A. exploatările miniere sunt interzise în parcurile naționale și în zonele cu soluri din categoria I-a de fertilitate, în afară de cazul când ele pot fi recuperate la categoria de productivitate inițială (Barney, 1982).

„Legea controlului exploatărilor miniere la zi și recultivării” din 1977 arată că în Statele Unite ale Americii extinderea exploatării la zi a cărbunelui, pentru a face față necesităților energetice naționale care să contribuie la bunăstarea economică și generală și la siguranța națiunii, urgencează și mai mult stabilirea unor standarde corespunzătoare pentru a minimaliza