MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DE STAT „DIMITRIE CANTEMIR”

Cu titlu de manuscris

C.Z.U.: 504.064.3:574(478)(043.2)

CERTAN CORINA

PARTICULARITĂȚILE RESTABILIRII ECOSISTEMULUI PETROFIT (PE EXEMPLUL CARIEREI DE CALCAR „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A.)

166.01 – Ecologie

Teză de doctor în științe biologice

Autor — Certan Corina

Conducător științific — Bulimaga Constantin, doctor habilitat în biologie, conferențiar cercetător, specialitatea 166.01 – Ecologie și 166.02 – Protecția mediului și folosirea rațională a resurselor naturale

CHIȘINĂU, 2020

© Certan Corina, 2020

CUPRINS

ADNOTARE ……. 6

LISTA FIGURILOR 9

LISTA TABELELOR …….. 10

LISTA ABREVIERILOR ……... 11

INTRODUCERE …….. 13

1. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A TERENURILOR DEGRADATE REZULTATE PRIN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ …….. 20

1.1. Problema degradării ecosistemelor naturale prin exploatările miniere de suprafață …….. 20

1.2. Impactul activităților miniere asupra compoziției și structurii biodiversității naturale …….. 23

1.3. Tehnici, scheme și tehnologii de reconstrucții ecologice a terenurilor degradate antropic ……. 27

1.4. Reconstrucția ecologică a terenurilor degradate folosind specii agricole și forestiere 38

1.5. Concluzii la capitolul 1 ……..... 51

2. MATERIALE ŞI METODE DE CERCETARE …………... 52

2.1. Schema amplasării obiectului de studiu și condițiile fizico-geografice ……. 52

2.2. Metode de cercetare în teren ……... 54

2.3. Metode de cercetare în laborator ……..... 59

2.4. Concluzii la capitolul 2 ……..... 62

3. STUDIUL PRIVIND STAREA ECOLOGICĂ A CARIEREI DE CALCAR „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A. …….. 63

3.1. Condițiile geologice și geomorfologice ……..... 63

3.2. Condițiile edafice din zona de studiu ……. 66

3.3 Caracteristica ecosistemului petrofit până la darea în exploatare a carierei de calcar ……... 72

3.4. Structura taxonomică și distribuția florei în dependență de vârsta haldelor și diversitatea faunei din carieră ……..... 80

3.5. Spectrul bioecologic al florei carierei ……..... 92

3.6. Concluzii la capitolul 3 ……. 95

4. ETAPELE PROCESULUI DE RESTABILIRE NATURALĂ A ECOSITEMULUI 97

PETROFIT DIN CARIERA „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A. ……
4.1. Etapa de formare a haldelor de steril și procesul de inițiere a restabilirii diversității vegetale pe suprafața lor ……... 97
4.2. Etapa de formare a regosolului și descrierea morfologică a profilelor de sol a haldelor de steril cu vârstă diferită amplasate în carieră ……. 98
4.3. Studiu privind conținutul de humus (materie organică) și nutrienți în straturile de sol de pe suprafața haldelor de steril cu diverse vârste ……... 102
4.4. Legități și dependențe (particularități) stabilite în procesul de restructurare naturală a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment” ……. 108
4.5. Concluzii la capitolul 4 …….. 109
5. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A ECOSISTEMULUI PETROFIT DIN CARIERA DE CALCAR „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A. ……. 111
5.1. Soluții tehnice propuse pentru reconstrucția ecologică a ecosistemului petrofit din cariera de calcar „Lafarge Ciment” ……. 111
5.2. Cerințe ecologice ale speciilor forestiere plantate pe halda de steril 112
5.3. Prinderea, supraviețuirea și creșterea speciilor lemnoase pe halda de steril din cariera de calcar „Lafarge Ciment” …… 115
5.4. Posibilități de integrare ecologică și economică a haldelor studiate ……..... 124
5.5. Concluzii la capitolul 5 ……. 127
CONCLUZII GENERALE ……..... 128
RECOMANDĂRI PRACTICE …….. 129
BIBLIOGRAFIE ……..... 130
ANEXE …….. 146
ANEXA 1. Parametrii chimici a probelor de apă prelevate din lacul carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. ……..... 147
ANEXA 2. Diversitatea floristică din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. 148
ANEXA 3. Specii de plante cu posibilitate de integrare economică și ecologică din cariera „Lafarge Ciment” ..……. 155
ANEXA 4. Diversitatea faunistică din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. 157
ANEXA 5. Acte de implementare ……. 159
ANEXA 6. Halda nouă de steril (0 ani) din carieră „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., or. Rezina (23.03.2017) ……..... 161
ANEXA 7. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (04.05.2017) …… 162

ANEXA 8. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (23.05.2018) ……..... 164
ANEXA 9. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (23.09.2019) …… 166
ANEXA 10. Privire a speciilor de plante erbacee de pe haldele de 5, 10, 20, 25 ani …… 168
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII ……..... 173
CV-ul AUTORULUI ……..... 174

ADNOTARE

Certan Corina „Particularităţile restabilirii ecosistemului petrofit (pe exemplul carierei de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.)", teză de doctor în biologie, or. Chişinău, 2020. Introducere, cinci capitole, concluzii generale şi recomandări, bibliografie din 245 titluri, 129 pagini text de bază, 20 figuri, 11 tabele, 10 anexe. Rezultatele obţinute sunt publicate în 27 lucrări ştiinţifice.

Cuvintele – cheie: ecosistem petrofit, biodiversitate, reconstrucție ecologică, restabilire naturală, proces biogeochimic, regosol, haldă de steril, carieră.

Domeniul de studiu: Ecologie.

Scopul: evaluarea particularităților de restabilire a ecosistemului petrofit în cariera de calcar a uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Obiective: estimarea etapei de inițiere și restabilire naturală a biodiversităţii pe suprafața haldelor de steril din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.; evaluarea stării și dinamicii biodiversităţii pe suprafața haldelor de steril în dependență de vârsta lor; aprecierea dependenței gradului de evoluare a regosolurilor, formate pe suprafața haldelor de steril cu vârstă diferită în procesul de restabilire a ecosistemului petrofit; reconstrucția ecologică prin recultivarea silvică a haldelor proaspăt depozitate în carieră.

Noutatea și originalitatea ştiinţifică. Pentru prima dată, în Republica Moldova, a fost efectuat studiul restabilirii naturale a ecosistemului petrofit și stabilită legitatea formării regosolurilor pe suprafața haldelor de steril. Legitatea demonstrează, că gradul de formare a regosolurilor reprezintă un proces de evoluare a solului dependent de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața lor, conținutul de nutrienți și humusul format în regosol, asigurat de masa speciilor dezvoltate pe suprafața haldelor de steril, în rezultatul procesului biogeochimic (fitocenotic). A fost elaborată și implementată metoda experimentală de recultivare silvică a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Originalitatea rezultatelor constă în studiul complex al dinamicii procesului natural de inițiere și restabilire a biodiversității, de formare a solului, de acumulare a nutrienților (N_{total}, P_2O_5, K_2O), a humusului în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril (stratul de sol 0–20 cm) și condițiile care asigură restabilirea ecosistemului petrofit.

Problema ştiinţifică soluționată constă în fundamentarea procesului de restructurare naturală a ecosistemului petrofit, bazat pe diversitatea fenomenelor pe care le explică. Procesul dat reprezintă consecutivitatea și interacțiunea reciprocă a etapelor naturale de dezvoltare a biodiversității, solificare, acumulare a nutrienților și formare a humusului în regosoluri, care au loc simultan, fără intervenția omului și asigură restabilirea naturală a ecosistemului petrofit.

Importanţa teoretică. Cercetarea constituie o primă experiență, pe plan național, privind elucidarea etapelor de restabilire a biodiversităţii și stabilirea legității procesului de formare a solului pe suprafața haldelor de steril. Rezultatele indică faptul, că procesul de restabilire a biodiversității și de formare a regosolurilor pe suprafața haldelor de steril sunt interdependente.

Valoarea aplicativă. Pentru prima dată a fost utilizată metoda de reconstrucție ecologică prin recultivarea silvică pe terenuri proaspăt depozitate, fără adaosuri suplimentare și a fost obținut un ecosistem cu un indice înalt de dezvoltare a diversității biologice vegetale. Rezultatele studiului complex vor servi ca bază pentru restabilirea ecosistemelor degradate în urma activităților miniere la zi în carierele de calcar.

Implementarea rezultatelor ştiinţifice. Rezultatele cercetărilor sunt implementate de către Departamentul Dezvoltare Durabilă a uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. în scopul realizării reconstrucției ecologice prin recultivarea silvică a haldelor de steril și de Universitatea de Stat din Moldova în procesul de instruire a masteranzilor și doctoranzilor.

ANNOTATION

Certan Corina „**The peculiarities of the restoration of petrophyte ecosystem (on the example of „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. limestone quarry)**", PhD thesis in biology, Chisinau, 2020. Introduction, 5 chapters, conclusions and recommendations, bibliography of 245 titles, 129 pages of text, 20 figures, 11 tables, 10 annexes. The obtained results are published in 27 scientific papers.

Keywords: petrophyte ecosystem, biodiversity, ecological reconstruction, natural restoration, biogeochemical process, regosol, overburden dump, quarry.

Field of study: Ecology. **The aim:** evaluation the peculiarities of restoration the petrophyte ecosystem in the limestone quarry of the factory „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Objectives: estimation of the initiation stage and natural restoration of biodiversity on the overburden dumps surface in the limestone quarry „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.; assessment of the state and dynamics of biodiversity on the overburden dumps surface depending on their age; estimation of the dependence of the evolution degree of regosols, formed on the surface of overburden dumps in the process of the restoring the petrophyte ecosystems; ecological reconstruction through forestry recultivation of the recently stored dumps in the quarry.

Scientific novelty and originality. For the first time in the Republic of Moldova, it was effectuated the study of the natural restoration of the petrophyte ecosystems and established the regularity of the regosols formation on the overburden dumps surface. This regularity demonstrates that the degree of regosols forming, represents a process of soil evolution depending on the age of the dumps, the number of species that grow on their surface, the content of nutrients and the humus formed in regosol, assured by the mass of the developed species on the overburden dumps surface, as the results of the biogeochemical process (phytocenotic). It was developed and implemented the experimental method of forest recultivation of the petrophyte ecosystem from the quarry „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

The originality of the results consists in the complex study of the dynamics of natural process of biodiversity initiation and restoration, of soil formation, nutrients accumulation (N_{total}, P_2O_5, K_2O), of humus in the newly formed soil layers on the overburden dumps surface (soil layer 0–20 cm) and conditions that ensure the restoration of the quarry petrophyte ecosystem.

Solved scientific problem consists in establishing the stages of natural restructuring of the petrophyte ecosystem, based on the diversity of the phenomena being explained. This process represents consecutiveness and reciprocal interaction of the natural stages of biodiversity development, of soil formation, nutrients accumulation and humus formation in regosols, that take place simultaneously, without human intervention, and assures natural restoration of petrophyte ecosystem.

The theoretical importance. The research is a first experience, at national level, on elucidating the stages of biodiversity restoration and establishing the regularity of the soil formation process on the surface of overburden dumps. The results indicate that the process of biodiversity restoring and regosols formation on the overburden dumps surface are interdependent.

The practical value. For the first time, the method of ecological reconstruction through forest recultivation on recently stored land, without organic fertilizers was used, and an ecosystem with a high index of development of plant biological diversity was obtained. The results of the complex study will serve as a basis for restoration of degraded ecosystems after mining activities in limestone quarries.

Implementation of scientific results. The research results are implemented by the Sustainable Development Department of the factory „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. in order to achieve ecological reconstruction by forestry recultivation of overburden dumps and by the State University of Moldova in the process of training master's and doctoral students.

АННОТАЦИЯ ДИСЕРТАЦИИ

Чертан Корина „Особенности восстановления петрофитной экосистемы (на примере известнякового карьера „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.)", докторская диссертация в области биологии, г. Кишинэу, 2020. Введение, пять глав, общие выводы и рекомендации, библиография - 245 источников, 129 страниц основного текста, 20 рисунков, 11 таблиц, 10 приложений. Полученные результаты опубликованы в 27 научных работах.

Ключевые слова: петрофитная экосистема, биоразнообразие, экологическая реконструкция, естественное восстановление, биогеохимический процесс, регозоль, хранилище отходов (террикон), карьер.

Область исследования: Экология. **Цель**: оценка особенности восстановления петрофитной экосистемы в известняковом карьере „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Задачи: исследование начального этапа и последующего естественного восстановления фитоценозов на техногенно преобразованной почве; оценка состояния и динамики биоразнообразия в зависимости от возраста терриконов; определении степени эволюции регозолей в процессе восстановления петрофитной экосистемы; экологическая реконструкция, путем лесной рекультивации на свежо отложенных терриконов.

Новизна и научная оригинальность. Впервые в Молдове, было проведено исследование по естественному восстановлению петрофитной экосистемы и установлена закономерность образования регозолей на поверхности терриконов. Закономерность показывает, что степень образования регозоля представляет процесс эволюции почвы, зависящий от возраста терриконов, количество видов растений на их поверхности, содержанием нутриентов и гумуса образовавшихся в регозолей, что обеспечивается биомассой развивающиеся на поверхности хранилища отходов, в результате биогеохимического (фитоценотического) процесса. Разработан и внедрен экспериментальный метод лесной рекультивации петрофитной экосистемы в карьере „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Оригинальность результатов заключается в комплексном изучении динамики естественного процесса инициирования и восстановления биоразнообразия, почвообразования, накопления нутриентов ($N_{общий}$, P_2O_5, K_2O) и гумуса во вновь образованных слоях почвы на поверхности хранилища отходов (слой почвы 0–20 см) и условий обеспечивающих восстановление петрофитной экосистемы.

Научная проблема состоит в обосновании процесса естественного восстановления петрофитной экосистемы на основе разнообразия объясняемых им явлений. Этот процесс представляет собой последовательность и взаимодействие естественных стадий развития фитоценозов, почвообразования, накопления нутриентов и гумуса в регозолях, которые происходят одновременно, без вмешательства человека и обеспечивают естественное восстановление петрофитоной экосистемы.

Теоретическая значимость. Исследование представляет собой первый опыт на национальном уровне в изучении этапов восстановления биоразнообразия и установления закономерности процесса почвообразования на поверхности терриконов. Результаты показывают, что процесс восстановления фитоценозов и образования регозолей взаимозависимы.

Практическая значимость. Экологическая реконструкция лесных насаждений методом рекультивации позволяет сформировать на техногенно преобразованных почвах без дополнительных добавок, полноценные фитоценозы с высоким потенциалом развития биоразнообразия. Результаты исследования могут послужить основой восстановления деградированных экосистем, образовавшихся в результате горных работ в известняковых карьерах.

Внедрение научных результатов. Результаты исследований внедрены Отделом Устойчивого Развития завода „Lafarge Ciment", а также, используются Государственном Университетом Молдовы в образовательном процессе.

LISTA FIGURILOR

1. Figura 1.1. Diagrama dezvoltării naturale a ecosistemului și a alternativelor de remediere ……... 29
2. Figura 2.1. Planul actual al amplasării carierei de calcar „Lafarge Ciment”(Moldova) S.A. …… 52
3. Figura 2.2. Schema amplasării carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. pe sectoare …….. 54
4. Figura 3.1. Fragmentul hărții cuverturii de roci cuaternare din zona cercetată, a. 1987 64
5. Figura 3.2. Fragmentul hărții geomorfologice din zona cercetată, a. 1987 ……... 65
6. Figura 3.3. Fragment al hărții vectorizate (anul 2013) a solurilor din zona studiată … 66
7. Figura 3.4. Fragment al hărții solurilor din cariera de calcar „Lafarge Ciment” …….. 70
8. Foto 3.1. Aflorimentul haldelor cu material pământos constituit din soluri fosile din zona de referință din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S. A. …….. 70
9. Figura 3.5. Profilul cernoziomului levigat (cambic) din zona de referință și aflorimentul subiacent din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S. A. …..... 71
10. Figura 3.6. Fragment al hărții zonei studiate (2013) ……. 76
11. Foto 3.2. Aspectul general al lacului amplasat în cariera de calcar „Lafarge Ciment” 80
12. Foto 3.3. *Vitis sylvestris C. C. Gmel.* (viță-de-pădure) …….. 83
13. Figura 3.7. Raportul procentual al biomorfelor ……. 92
14. Figura 3.8. Raportul procentual al indicilor biologici ……... 93
15. Figura 3.9. Raportul procentual al grupelor ecologice în raport cu factorul umiditatea 93
16. Figura 3.10. Raportul procentual al grupelor ecologice în raport cu factorul troficitatea …….. 94
17. Figura 3.11. Raportul procentual al geoelementelor ……. 95
18. Figura 4.1. Șirul cronologic de regosoluri formate pe teritoriul carierei „Lafarge Ciment” …….. 99
19. Figura 4.2. Conținutul de humus în stratul regosolurilor cercetate (0–20 cm) din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. …… 103
20. Figura 4.3. Conținutul de humus în stratul regosolurilor cercetate (20–40 cm) din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. …… 104

LISTA TABELELOR

1. Tabelul 2.1. Situația haldei de steril supusă procesului de reconstrucție ecologică în cariera de calcar „Lafarge Ciment” …… 58
2. Tabelul 3.1. Lista speciilor nevertebrate incluse în Cartea Roșie …….. 80
3. Tabelul 3.2. Conținutul metalelor grele în probele de apă din lacul carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. …… 81
4. Tabelul 3.3. Diversitatea lepidopterelor diurne din carieră și biotopurile adiacente 90
5. Tabelul 4.1. Caracteristica chimică a solurilor cercetate din cariera de calcar ,,Lafarge Ciment” ……. 102
6. Tabelul 4.2. Conținutul metalelor grele din regosolurile carierei de calcar ,,Lafarge Ciment” ……. 106
7. Tabelul 4.3. Conținutul nutrienților din regosolurile carierei de calcar ,,Lafarge Ciment” 107
8. Tabelul 5.1. Principalii indicatori statistici la nivelul speciilor pentru prindere şi supravieţuire …….. 116
9. Tabelul 5.2. Valorile medii ($\overline{X}$, cm) şi coeficienţii de variaţie (C, %) a înălţimii puieţilor speciilor lemnoase …….. 118
10. Tabelul 5.3. Valorile medii ($\overline{X}$, cm) şi coeficienţii de variaţie (C, %) a diametrului puieţilor speciilor lemnoase …… 118
11. Tabelul 5.4. Indicii statistici privind prinderea (%), supravieţuirea (%) şi creşterea (cm) puieţilor speciilor de arbuşti ……. 122

LISTA ABREVIERILOR

CE	–	Consiliul Europei
CDB	–	Convenţia cu privire la Diversitatea Biologică
CMA	–	Concentrația Maximal Admisibilă
CR	–	Cartea Roșie
FAO	–	Food and Agriculture Organization
GLASOD	–	Global Assessement of Soil Degradation
HS	–	Halde de Steril
ICAS	–	Institutul de Cercetări și Amenajări silvice
INCDPM	–	Institutul Naţional de Cercetare - Dezvoltare pentru Protecţia Mediului
IEG	–	Institutul de Ecologie și Geografie
ISRIC	–	International Soil Reference and Information Centre
JRC	–	Joint Research Centre
MG	–	Metale Grele
OS	–	Ocol Silvic
RE	–	Reconstrucție Ecologică
RM	–	Republica Moldova
S.A.	–	Societate pe Acțiuni
SHS	–	Serviciul Hidrometeorologic de Stat
SUA	–	Statele Unite ale Americii
UE	–	Uniunea Europeană
UNEP	–	Programul Naţiunilor Unite pentru Mediu
USM	–	Universitatea de Stat din Moldova
USPEE	–	Universitatea de Studii Politice şi Economice Europene
cca	–	circa
cm	–	centimetru
fam.	–	familie
fig.	–	figura
fl.	–	fluviu
ha	–	hectar
jud.	–	județ
kg	–	kilogram
km	–	kilometru

l	–	litru
m	–	metru
mg	–	miligram
mln.	–	milion
mm	–	milimetru
mun.	–	municipiu
or.	–	oraș
ord.	–	ordin
pct.	–	punct
rn.	–	raion
s	–	secundă
s.	–	sat
sec.	–	secol
t	–	tone

INTRODUCERE

Actualitatea lucrării. Resursele naturale sunt corpurile și forțele naturii, care pot fi utilizate pentru satisfacerea necesităților societății umane, participând direct în activitatea materială [226].

Resursele naturale reprezintă totalitatea zăcămintelor de minerale și de minereuri, a terenurilor cultivabile, a pădurilor și apelor de care dispune o anumită țară. Odată cu dezvoltarea societății umane, omul folosește noi elemente ale naturii, în timp ce alte resurse cunoscute dobândesc noi utilizări. Deci, resursele naturale ale pământului sunt esenţiale pentru supravieţuirea şi dezvoltarea populaţiei umane.

În etapa dezvoltării industriale a societății umane un rol important în satisfacerea necesităților oamenilor le revine resurselor minerale ale planetei. Substanțele minerale utile au o importanță foarte mare pentru economia națională, fiind utilizate în diferite domenii: ca surse de energie (cărbuni, petrol, gaze naturale, turbă etc.), în calitate de materie primă în industria metalurgică (minereuri de metale feroase și neferoase), chimică (săruri naturale, fosfați etc.), în calitate de materiale de construcție (argile, nisipuri, calcare, gresii, granit marmură etc.) [98].

Republica Moldova dispune de un potențial relativ redus de resurse minerale. Principalul tip de substanțe minerale utile sunt rocile de construcție și materia primă pentru industria materialelor de construcție, a cimentului, a sticlei, industria chimică și alte resurse. O amploare deosebită a atins explorarea și valorificarea resurselor minerale în sec. al XX-lea, ca urmare a creșterii necesităților populației și economiei naționale, prin dezvoltarea construcțiilor, industriilor, rețelelor de comunicație etc. Resursele minerale sunt exploatate de industria extractiv-minieră și utilizate ca materie primă în industria materialelor de construcție, la amenajarea căilor de transport, în gospodăria casnică etc. În prezent industria materialelor de construcție este reprezentată de peste 40 de întreprinderi mari și câteva zeci de întreprinderi mici. Zăcăminte de calcare sunt concentrate în partea centrală și nordică a republicii: rn. Briceni, Edineț, Râșcani, Glodeni, Rezina, Strășeni, Orhei, mun. Chișinău. Dintre zăcămintele exploatate intens în ultima perioadă se evidențiază calcarul și argila, materia primă pentru fabricarea cimentului din cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., rn. Rezina. Majoritatea resurselor minerale ale RM se exploatează prin cariere și doar numai unele varietăți de calcare prin galerii [98]. În balanța de stat a rezervelor de substanțe minerale utile sunt recunoscute și luate la evidență 414 zăcăminte de substanțe minerale utile, din care: 147 sunt exploatate, 32 – pregătite pentru exploatare, 218 – de rezervă și numai 20 nu se prevăd pentru valorificare. Substanțele minerale utile sunt extrase de la suprafață (carierele) și din subteran (minele). În prezent minele și carierele existente în RM sunt în număr de 153, iar suprafața totală a perimetrului minier este de 9672 ha. Suprafața totală exploatată din RM este de 1423 ha, iar suprafața totală recultivată

este de 240 ha. Exploatarea resurselor prin cariere provoacă poluarea solurilor, aerului, apei, distrugerea florei și faunei, modificarea peisajelor și degradarea terenurilor [4]. Activitatea minieră produce un impact care afectează, într-o măsură mai mică sau mai mare toţi factorii de mediu şi reclamă cheltuieli mari atât pentru refacerea acestora, cât și reintegrarea suprafeţelor ocupate şi degradate în circuitul economic și agricol. Pentru diminuarea impactului negativ a activității miniere de pe teritoriul RM un rol important revine restabilirii acestor ecosisteme prin diferite măsuri: reconstrucție ecologică prin recultivare silvică, recultivare agricolă, reamenajări peisajere etc.

Conservarea și restabilirea biodiversității, habitatelor și ecosistemelor, protejarea speciilor rare și periclitate este stipulată în tratatele internaționale de mediu, unde cadrul juridic global de acțiune privind biodiversitatea este promovat, în special, de către Convenţia privind diversitatea biologică de la Rio de Janeiro (1992) [136].

Republica Moldova este una dintre țările europene cu cea mai mică rată de împădurire. La începutul secolului trecut, indicele de acoperire a teritoriului cu păduri a atins un minim de 6%, după care tendința de defrișare s-a inversat lent. În prezent, suprafața împădurită a RM constituie aproximativ 11%, care rămân sub presiune ridicată datorită activităților antropogene, precum și factorilor biotici și abiotici. Prin urmare, se înregistrează sporirea proceselor de eroziune a solului, de alunecare a terenurilor, modificarea regimului hidrologic, aridizarea continuă a condițiilor de mediu. Pădurile reprezintă principalul element ce asigură echilibrul ecologic în acest spațiu geografic. De aceea, problema conservării și dezvoltării durabile a pădurilor existente, cum și extinderea terenurilor forestiere prin împădurirea de noi suprafețe este o problemă de interes național [1, 123].

Reconstrucția ecologică, refacerea ecosistemelor degradate, reprezintă o problemă majoră a omenirii și la începutul celui de al treilea mileniu, după cum este bine cunoscut şi se evidenţiază în numeroase documente la nivel mondial și european [136, 178].

Obiectivul prioritar al UE pentru anul 2020 este stoparea reducerii biodiversității, degradării serviciilor ecosistemice și refacerea acestora în măsura posibilului, odată cu sporirea contribuției UE la combaterea pierderii biodiversității pe plan mondial. Astfel, este prevăzută RE până în anul 2020 a „cel puțin 15% din ecosistemele degradate”, prin plantarea a 150 mii ha de păduri, inclusiv pe terenuri degradate, precum și prin crearea a 30 mii ha de perdele forestiere riverane [136]. Ca urmare, prin implementarea Strategiei se vor realiza, la nivel naţional, prevederile tratatelor internaţionale la care RM este parte, în special recomandările stipulate în Planul Strategic pentru biodiversitate 2011–2020, inclusiv Obiectivele Aichi privind biodiversitatea, aprobate la Nagoya (Japonia) la Conferinţa Părţilor la Convenţia cu privire la

Diversitatea Biologică (2010), în Planul Strategic al UE pentru Convenţia cu privire la Diversitatea Biologică până în anul 2020 [135].

Anume actualele cercetări și reprezintă o modalitate de implementare a Strategiei UE 2020 și a RM 2015–2020, privind reconstrucția ecologică și asigurarea protecției biodiversității pe teritoriul RM.

Reieșind din problema expusă, **scopul** cercetărilor constă în evaluarea particularităților de restabilire a ecosistemului petrofit din cariera de calcar a uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Pentru realizarea acestui scop au fost trasate următoarele **obiective:**

1. estimarea etapei de inițiere și restabilire naturală a biodiversităţii pe suprafața haldelor de steril (material pământos de vârsta Pleistocenului Inferior) din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.;
2. evaluarea stării și dinamicii biodiversităţii pe suprafața haldelor de steril în dependență de vârsta lor;
3. aprecierea dependenței gradului de evoluare a regosolurilor, formate pe suprafața haldelor de steril cu vârstă diferită în procesul de restabilire a ecosistemului petrofit;
4. reconstrucția ecologică prin recultivarea silvică a haldelor proaspăt depozitate în carieră.

Noutatea și originalitatea ştiinţifică. Pentru prima dată, în Republica Moldova, a fost efectuat studiul restabilirii naturale a ecosistemului petrofit și stabilită legitatea formării regosolurilor pe suprafața haldelor de steril. Legitatea demonstrează, că gradul de formare a regosolurilor reprezintă un proces de evoluare a solului dependent de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața lor, conținutul de nutrienți și humusul format în regosol, asigurat de masa speciilor dezvoltate pe suprafața haldelor de steril, în rezultatul procesului biogeochimic (fitocenotic). A fost elaborată și implementată metoda experimentală de recultivare silvică a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Originalitatea rezultatelor constă în studiul complex al dinamicii procesului natural de inițiere și restabilire a biodiversității, de formare a solului, de acumulare a nutrienților (N_{total}, P_2O_5, K_2O), a humusului în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril (stratul de sol 0–20 cm) și condițiile care asigură restabilirea ecosistemului petrofit.

Problema științifică soluționată constă în fundamentarea procesului de restructurare naturală a ecosistemului petrofit, bazat pe diversitatea fenomenelor pe care le explică. Procesul dat reprezintă consecutivitatea și interacțiunea reciprocă a etapelor naturale de dezvoltare a biodiversității, solificare, acumulare a nutrienților și formare a humusului în regosoluri, care au loc simultan, fără intervenția omului și asigură restabilirea naturală a ecosistemului petrofit.

Importanţa teoretică. Cercetarea constituie o primă experiență, pe plan național, privind elucidarea etapelor de restabilire a biodiversităţii și stabilirea legității procesului de formare a solului pe suprafața haldelor de steril. Rezultatele indică faptul, că procesul de restabilire a biodiversității și de formare a regosolurilor pe suprafața haldelor de steril sunt interdependente.

Valoarea aplicativă. Pentru prima dată a fost utilizată metoda de reconstrucție ecologică prin recultivarea silvică pe terenuri proaspăt depozitate pe soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior, fără adaosuri suplimentare și a fost obținut un ecosistem cu un indice înalt de dezvoltare a diversității biologice vegetale. Rezultatele studiului complex vor servi ca bază pentru restabilirea ecosistemelor degradate în urma activităților miniere la zi în carierele de calcar.

Implementarea rezultatelor ştiinţifice. Rezultatele cercetărilor sunt implementate de către Departamentul Dezvoltare Durabilă a uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. în scopul realizării reconstrucției ecologice prin recultivarea silvică pe teren (haldă) proaspăt depozitat fără adaosuri suplimentare și de Universitatea de Stat din Moldova în procesul de instruire a masteranzilor și doctoranzilor.

Aprobarea rezultatelor ştiinţifice. Principalele rezultate ale cercetărilor științifice, expuse în teză au fost comunicate și aprobate la diverse foruri științifice de specialitate din țară și peste hotare: Conferința Națională cu Participare Internațională, Ştiința în Nordul RM: realizări, probleme, perspective, Bălți, 2015; Conferința științifică cu participare internațională, consacrată aniversării a 150-a de la apariţia ecologiei ca ştiinţă, a 70 de ani de la fondarea primelor instituții științifice academice și a 20 de ani de la înființarea USPEE „C. Stere": „Problemele ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective", Chișinău, 14–15 septembrie 2016; Conferința Științifică a Doctoranzilor Ediția a V-a. Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători. 2016, Chișinău; The International Conference dedicated to the 70th anniversary of foundation of first research institutes of the ASM and the 55th anniversary of the inauguration of the Academy of Sciences of Moldova. March 25, 2016 Chisinau; Proceedings of International Conference, „Transboundary Dniester river basin management: platform for cooperation and current challenges", Tiraspol, October 26–27, 2017; Conferința Științifică a Doctoranzilor Ediția a VI-a. Vol. 1. Chișinău, 15 iunie, 2017; International Sympozium. „Prezent environment & Sustainable development" - 13th edition. Iasi, Romania, 1–3 iunie 2018; Conferința Științifică a Doctoranzilor (cu participare internațională) „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători". Ediția a VII-a, volumul I. Chișinău, 15 iunie 2018; 26th International Symposium „Deltas and Wetlands" 16–20 May, 2018; Tulcea, Romania; International Conference. „Prezent environment & Sustainable development" - 14 th edition. Iasi, Romania, 2019; 27th International Symposium „Deltas and Wetlands" 2019, Tulcea,

Romania, 5–9 June, 2019; Conferința Științifică a Doctoranzilor Ediția a VIII-a. Vol. I. Chișinău, 10 iunie, 2019.

Publicaţii la tema cercetărilor. În baza materialului științific din teză au fost publicate 27 lucrări științifice.

Volumul şi structura tezei. Teza constituie 129 pagini de text de bază și constă din adnotare, introducere, reviul literaturii, materiale și metode de cercetare, rezultatele investigațiilor în 3 capitole, concluzii generale și recomandări, indicele bibliografic include 245 surse. Materialul ilustrativ include 20 figuri, 11 tabele și 10 anexe, volumul total a lucrării constituie 176 pagini.

Cuvintele cheie: ecosistem petrofit, biodiversitate, reconstrucție ecologică, restabilire naturală, proces biogeochimic, regosol, haldă de steril, carieră.

Capitolul 1. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A TERENURILOR DEGRADATE REZULTATE PRIN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ. În capitolul 1 este efectuată documentarea datelor din literatura națională și internațională privind problema degradării ecosistemelor naturale prin exploatările miniere de suprafață, impactul activităților miniere asupra biodiversității și reconstrucția ecologică a terenurilor degradate folosind specii agricole și forestiere. În urma analizei surselor bibliografice, putem afirma cu certitudine că suprafața terenurilor degradate rezultate prin exploatările miniere de suprafață este în continuă creștere, ceea ce duce la poluarea apei, aerului, solului, distrugerea ecosistemelor, modificarea peisajelor și afectarea sănătății populației.

Capitolul 2. MATERIALE ŞI METODE DE CERCETARE. În capitolul 2 este prezentată schema amplasării zonei de studiu, descrise condiţiile fizico-geografice, edafice și biologice. Colectarea, determinarea, păstrarea și analiza chimică a mostrelor a fost realizată conform metodologiei și metodelor clasice de analiză. Determinarea în condiții de laborator a speciilor de floră și faună a fost efectuată utilizând determinatoarele speciale [37, 104, 105, 109, 117, 156, 171, 179, 198, 202, 211, 214, 228, 231, 242, 245]. Analiza parametrilor chimici ai solului: pH-ul, humusul, fosforul mobil (P_2O_5) şi potasiul mobil (K_2O), N_{total}, Ca^{2+} și Mg^{2+}, MG (Cu, Zn, Cd, Ni, Pb) au fost efectuate conform metodelor standardizate în laboratorul SHS [96, 102, 195, 197, 200, 207, 208, 209, 210, 216]. Indicii chimici ai apelor: pH-ul, $SO4^{2-}$, NO_3^-, NO_2^-, Cl^-, HCO_3^-, NH_4^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, MG, duritatea totală și reziduul fix a fost efectuat în laboratorul „Ecourbanistică” al IEG [125, 129, 130, 232]. Reconstrucția ecologică, ce ține de *recultivarea silvică* s-a efectuat după ghidul tehnic privind împădurirea terenurilor degradate [76].

Capitolul 3. STUDIUL PRIVIND STAREA ECOLOGICĂ A CARIEREI DE CALCAR „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A. În capitolul 3 este efectuată o

caracteristică detaliată a condițiilor geologice, geomorfologice și edafice din zona de studiu. Tot aici este relatat studiul stării diversității floristice și faunistice a carierei de calcar până la exploatare și structura taxonomică și distribuția florei pe HS în perioada de exploatare. În acest capitol este descrisă analiza spectrului bioecologic și fitogeografic al plantelor vasculare din cariera de calcar „Lafarge Ciment". Analiza florei vasculare din carieră confirmă o diversitate înaltă a spectrului bioecologic și fitogeografic. Tot în acest capitol este descrisă componența floristică a algoflorii și parametrii chimici ai apei lacului din carieră.

Capitolul 4. ETAPELE PROCESULUI DE RESTABILIRE NATURALĂ A ECOSITEMULUI PETROFIT DIN CARIERA „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A. În capitolul 4 sunt elucidate etapele procesului de restructurare, stabilite legități și dependențe în procesul de restabilire naturală a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment". Studiile au permis stabilirea dependenței procesului de restabilire a diversităţii vegetale pe suprafața haldelor în dependență de vârsta lor. Numărul de specii de plante erbacee este determinată de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare numărul de specii, care se dezvoltă pe suprafața acesteia, exprimată prin următoarea relație: vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal), (ani)/numărul de specii (unități) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0. În rezultat se poate conchide, că acest proces de restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor de steril are loc concomitent cu procesul de solificare (formare a noului sol) pe suprafața haldelor studiate și acestea sunt interdependente și reprezintă un proces reciproc.

Pentru prima dată în RM a fost descris regosolul, care reprezintă soluri aflate în stadiu incipient de evoluţie, dar formarea lor este condiţionată de prezenţa materialului parental neconsolidat (loess, depozite loessoide, luturi, argile etc.).

A fost stabilită *legitatea procesului de formare a solului pe suprafața HS (formarea regosolurilor), care reprezintă un proces de evoluare a solului determinat de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața haldelor și a conținutului de humus (substanță organică) format de masa speciilor dezvoltate pe suprafața HS,* care în cazul dat, este exprimată prin următoarea relație:

vârsta haldei, (ani)/numărul de specii (unități)/conținutul de humus (substanță organică), (%) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0/2,22:1,72:0,62:0,45:0,34.

Capitolul 5. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A ECOSISTEMULUI PETROFIT DIN CARIERA DE CALCAR „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A. În capitolul 5 este prezentat și argumentat științific soluțiile tehnice pentru reconstrucția ecologică a ecosistemului petrofit din carieră, cerințele ecologice ale speciilor forestiere, scheme și compoziții de plantare. Acest capitol cuprinde rezultatele cercetării privind recultivarea silvică în

cariera de calcar, dinamica creșterii în înălțime și diametru a speciilor de arbori și arbuști timp de 3 ani. Sunt determinate și calculate valorile medii, abaterea standard şi coeficienţii de variaţie a înălţimii și diametrului puieţilor, folosind analiza statistică. Este efectuată analiza comparativă a creșterii în înălțime și diametru a puieților de salcâm, ulm și frasin de pe halda recent depozitată din carieră. Sunt prezentate datele privind procentul de prindere și supraviețuire a arborilor și arbuștilor de pe halda de steril din cariera „Lafarge Ciment”. Astfel, este redată posibilitatea de integrare ecologică și economică a haldelor studiate.

Teza se încheie cu concluzii generale, recomandări practice, bibliografie (245 de surse) şi anexe (10).

1. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A TERENURILOR DEGRADATE REZULTATE PRIN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ

1.1. Problema degradării ecosistemelor naturale prin exploatările miniere de suprafață

Ecosistemul este cel mai complex sistem viu cunoscut pe Terra, reprezintă o structură unitară, având-și componentele indisolubil integrate, interdependente și interdeterminante [56].

Ecosistemele naturale se află la baza vieţii și a tuturor activităţilor umane. Bunurile și serviciile pe care le oferă acestea sunt vitale pentru menţinerea bunăstării, precum și pentru dezvoltarea socială și economică viitoare. Între beneficiile oferite de ecosisteme se află hrana, apa, lemnul, purificarea aerului, formarea solului și polenizarea. Activităţile umane distrug însă biodiversitatea și afectează capacitatea ecosistemelor sănătoase de a produce această largă varietate de bunuri și servicii [21].

Degradarea continuă a sistemelor naturale este o realitate dovedită de o serie de fapte: reducerea continuă a suprafeţei pădurilor, dispariţia a numeroase specii şi creşterea numărului speciilor ameninţate, albirea recifelor de corali, proliferarea speciilor exotice etc. [79].

Un studiu de evaluare globală a degradării solului arată că în ultimele decenii circa 11% din solurile fertile ale lumii au fost erodate, degradate chimic ori fizic, compactate, astfel încât s-au dereglat funcțiile biotice originale.

Studiul lui Barney O. *„The Global 2000 Report to the President”* în anul 1982 arată că o măsurare exactă a extinderii suprafețelor degradate prin exploatări miniere pe plan mondial nu a fost efectuată. Se estimează că această suprafață ar fi de 0,6 mln. ha anual în anul 1976 cu creștere la 1,2 mln. ha în anul 2000. Conform prognozelor terenurile degradate prin exploatări miniere, vor alcătui aproximativ 24 mln. ha, suprafață aproape egală cu 0,2% din suprafața de teren a pământului. Exploatările miniere duc la poluarea aerului, apei, eroziune, distrugerea florei și faunei, degradarea biocenozelor [157].

Conform datelor Departamentului Agriculturii SUA, suprafața totală degradată prin exploatări miniere este de 5,2 mln. ha în creștere până la 12 mln. ha în anul 2000. Exploatările miniere la zi produc circa 60% din cărbunele extras în SUA, unde exploatările miniere sunt interzise în parcurile naţionale şi în zonele cu soluri din categoria I-a de fertilitate, în afară de cazul când ele pot fi recuperate la categoria de productivitate iniţială [157].

După Bădescu Gh. (1971), termenul de „teren degradat” reprezintă acel teren care a fost cândva productiv, care și-a pierdut total sau parțial însușirile de productivitate datorită diferitelor forme de degradare a solului: bătătorirea și îndesarea (compactarea) solului, spălarea solului, eroziunea solului, alunecările de teren, formațiunilor torențiale (ogașe – formațiuni incipiente, ravene – formațiuni intermediare, torenți), înmlăștinare, sărăturare etc. [9, 60, (cit. [22])].

În cadrul celui de-al XIV-lea Congres Internațional de Știința solului (Kyoto, 1990) a fost prezentată Harta lumii cu starea de degradare a solului indusă de om, realizată în cadrul programului GLASOD (Global Assessement of Soil Degradation) sponsorizat de UNEP și coordonat de ISRIC. FAO (1993) pe lângă termenul de utilizare a terenurilor (*land use),* a introdus și termenul de acoperirea terenurilor (*land cover*), care include atât modul de folosinţă, cât şi vegetaţia naturală.

Terenurile degradate includ: terenuri cu eroziune de suprafaţă foarte puternică şi excesivă; terenuri cu eroziune de adâncime: ogaşe, ravene, torenţi; terenuri afectate de alunecări active, prăbuşiri, surpări şi scurgeri noroioase; terenuri nisipoase expuse erodării de către vânt sau apă; terenuri cu pietriş, bolovăniş, grohotiş, stâncării şi depozite de aluviuni torenţiale; terenuri cu exces permanent de umiditate; terenuri sărăturate; terenuri poluate cu substanţe chimice, petroliere sau noxe; terenuri ocupate cu cariere deschise, cu halde miniere, cu deşeuri de producţie sau menajere etc.; terenuri cu biocenoze afectate sau distruse; terenuri neproductive [76].

Conform lui Johnson et al. (1997), *degradarea terenurilor constituie un proces prin care valoarea mediului biofizic este afectată de către unul sau mai mulți factori generați în urma intervențiilor antropice asupra terenului.* Problema degradării ecosistemelor naturale prin exploatările miniere de suprafață este o problemă actuală și primordială, atât la nivel național, cât și la nivel mondial.

Una din cele mai agresive forme de degradare a solului este degradarea datorită exploatărilor miniere la zi, care decurge de 1,4–1,7 ori mai repede decât celelalte ramuri industriale [13, (cit. [126)].

Prin exploatări la zi, pe plan mondial se extrag 100% din materialele de construcţii, 40% din producţia de cărbune, 90% din minereurile feroase, 50% din alte minereuri metalifere şi 85% din materiile prime nemetalifere. Exploatarea la zi produce peste 65% din volumul total al producţiei industriei miniere mondiale, iar tendinţa este de creştere spre 75% [126].

În Germania suprafețele afectate de operațiile miniere este de circa 400000 ha. Reconstrucția acestor terenuri s-a început cu 30 de ani în urmă. S-a reconstruit până în prezent peste 60% din întreaga suprafață.

În Comunitatea Statelor Independente suprafața totală ocupate de exploatări miniere este de 2000000 ha. Industria distruge în fiecare an o suprafață de aproximativ 500000 ha, din care 200000 ha teren arabil.

În Cehia și Slovacia suprafețele de teren scoase din circuitul silvic și agricol sunt de circa 7000 ha anual. Exploatarea minieră la zi se practică de circa 150 ani [181].

Suprafața terenurilor degradate în Polonia crește în ritm rapid, iar circa 100000 ha au fost degradate în urma exploatărilor miniere [182].

În Bulgaria exploatările miniere la zi au început cu 50 ani în urmă [58].

Activitatea minieră în România s-a intensificat după anul 1950 prin exploatările de subteran, dar mai ales prin exploatările de suprafață, ce a dus la degradarea gravă a suprafețelor de teren. În România, activitățile miniere se desfășoară în următoarele direcții:

- ✓ activități miniere de exploatare a zăcămintelor de minereuri feroase și neferoase - 42 obiective, din care au rezultat 109 halde de flotație (iazuri de decantare), care ocupă o suprafață de 2140 ha;
- ✓ activități miniere de exploatare a zăcămintelor de cărbuni – 116 obiective, din care au rezultat 799 de HS brut, care ocupă o suprafață de 6900 ha;
- ✓ activități miniere de prospectare, explorare și exploatare a minereurilor radioactive (uranifere) – 6 obiective;
- ✓ activități miniere de exploatare a zăcămintelor de sare – 7 obiective;
- ✓ activități miniere de exploatare a zăcămintelor de substanțe minerale utile (cuarț, bauxită, marmură, mică, etc.) – 22 obiective;
- ✓ activități miniere de exploatare a zăcămintelor nemetalifere, utilizate în industria de construcții și cea chimică – 125 obiective;
- ✓ activități miniere legate de industria energetică – 26 termocentrale, ce ocupă 2638 ha de terenuri cu halde de zgură și cenușă și cele aferente industriei siderurgice și chimice – 133 obiective și ocupă o suprafață de peste 750 ha.

Conform, *Studiului privind gestionarea deșeurilor la nivel județean și național pentru anul 2002*, INCDPM București, iunie 2003, suprafața totală ocupată de depozitele de deșeuri industriale a fost estimată la circa 10300 ha, din care aproximativ 50% reprezintă suprafețele ocupate de HS minier.

Activitățile miniere menționate mai sus, dar mai ales suprafețele degradate din aceste activități duc la efecte negative asupra mediului înconjurător [58].

În RM sunt resurse pentru industria materialelor de construcție, care sunt reprezentate de un spectru variat de roci: calcare, argile, nisipuri, cretă, diatomit, tripoli, ghips, gresie, marmură etc. Industria materialelor de construcție se bazează pe resursele naturale neregenerabile (irenovabile): resursele minerale și de combustibili ale litosferei, substanțele minerale dizolvate în apă etc. [98]. Majoritatea resurselor minerale ale RM se exploatează prin cariere și doar numai unele varietăți de calcare prin galerii. Geologul Suhov I., încă în anii 70, a atras atenţia asupra

modului de exploatare extensivă a masivelor de calcar recifal (toltre), care reprezintă obiecte geologice importante ale naturii [219].

Conform autorului Mihailescu C. et al. (2006), [97] la începutul anului 2005 în RM erau explorate și înregistrate de către organele de prospectare 448 de zăcăminte de substanțe minerale utile. Conform anuarului Inspectoratului Ecologic de Stat (2017), în balanța de stat a rezervelor de substanțe minerale utile sunt recunoscute și luate la evidență 414 zăcăminte de substanțe minerale utile, din care: 147 sunt exploatate, 32 – pregătite pentru exploatare, 218 – de rezervă și numai 20 nu se prevăd pentru valorificare [4]. Suprafața totală a carierelor în anul 2005 însuma 2039 ha de terenuri de atribuire minieră [98]. În prezent minele și carierele existente în RM sunt în număr de 153, iar suprafața totală a perimetrului minier este de 9672 ha. Suprafața totală exploatată din RM este de 1423 ha, iar suprafața totală recultivată este de 240 ha. Exploatarea resurselor prin cariere provoacă, de regulă, distrugerea solurilor, vegetației, conduce la acumularea deșeurilor miniere, care ulterior sunt răspândite de curenții de aer și acvatici, producând dezechilibre în balanța ecologică [4].

1.2. Impactul negativ al activităților miniere asupra compoziției și structurii biodiversității naturale

Mediul înconjurător este un sistem complex în care supraviețuiesc atât oamenii, cât şi organismele animale și vegetale. Componentele biotice ale mediului sunt într-o strânsă legătură cu factorii naturali şi cu factorii antropici.

Substanţele minerale utile reprezintă baza esenţială pentru orice activitate industrială şi, prin urmare, premiza pentru creşterea economică a oricărei naţiuni. Exploatările miniere în subteran sau la zi este una dintre activităţile ce joacă un rol important în dezvoltarea societăţii moderne. Specificul activităţii miniere reprezintă o formă temporară de utilizare a terenurilor, acestea având alte utilizări în perioadele pre şi post minerit. Activitatea minieră generează un impact care afectează, într-o măsură mai mică sau mai mare toţi factorii de mediu. Impactul poate fi permanent sau temporar, reversibil sau ireversibil, negativ sau pozitiv [185, (cit. [88])].

Dintre efectele negative ale activităților miniere asupra mediului ambiant sunt:

- ✓ ocuparea și degradarea terenului;
- ✓ poluarea apei – apele de mină, apele rezultate prin scurgerile de suprafață, creșterea gradului de încărcare cu suspensii solide a apelor de suprafață;
- ✓ poluarea aerului – emisii de pulberi, praf, gaze și mijloace de transport, depunerile sterilului în haldă;
- ✓ poluarea solului – prin distrugerea stratului fertil şi modificări ale structurii litologice;

- ✓ poluarea sonoră (zgomote) – mijloacele de transport și exploziile de pe teritoriul carierei;
- ✓ distrugerea ecosistemelor – emanarea pulberilor, prafului ce dăunează florei, faunei din zonă;
- ✓ modificarea peisajului – transformări de peisaj;
- ✓ așezările umane – strămutarea locului de trai și afectarea sănătății populației.

Evaluarea impactului carierei de calcar asupra biosferei a fost efectuat și de autorii [19]. În cadrul cercetărilor privind spectrul de emisii în mediul înconjurător (atmosferă, hidrosferă şi litosferă) de la cariera de calcar în procesul de funcționare este indicată lista și cantitatea poluanților emiși la funcționarea mașinilor și utilajelor în carieră, au fost stabilite concentraţiile şi debitele masice de poluanţi rezultaţi din procesele tehnologice, de combustie și valoarea prejudiciului/an, impactul carierei asupra apei de suprafață și subterane, sursele de impact cauzate de cariera de calcar a uzinei „Lafarge Ciment" S.A. (Moldova) asupra obiectelor acvatice. În cadrul cercetărilor de către autorii [34, 165] a fost evaluat impactul activităților miniere asupra biodiversității. Impactul exploatării carierei de calcar a uzinei „Lafarge Ciment" S.A. (Moldova) asupra diversităţii vegetale se manifestă prin prezenţa unui număr mai mic de specii (125), comparativ cu diversitatea vegetală a ecosistemelor calcaroase nevalorificate, unde vegetează circa 310 specii. Fonul floristic de bază al ecosistemului carierei de piatră pe haldele restabilite, mai cu seamă cele cu vârsta de 20 şi 25 ani îl formează specia invazivă de *măslin sălbatic*. Speciile de plante erbacee care au caracter invaziv: *grindelia şi bătrânișul* au un rol important în formarea covorului vegetal şi sunt speciile care printre primele populează aceste habitate, fiind răspândite de diferiţi factori: vântul, apa, păsările şi camioanele care traversează cariera. Majoritatea speciilor de plante erbacee trec printr-o perioadă de adaptare la condiţiile ecosistemului exploatat al carierei, unde unele suportă uşor această perioadă, de exemplu: *sulcina galbenă, sulfina albă, ghizdeiul, coroniştea*, care fiind plante fabacee îşi asigură sursa de azot în substrat prin intermediul bacteriilor azotfixatoare din nodozităţile de pe rădăcini.

Dereglarea componentelor de mediu în urma diferitelor activități desfăşurate în cadrul acestei industrii duce la un dezechilibru ecologic care afectează viața tuturor organismelor vii [73, 90, 112]**.**

Prevenirea şi reducerea impactului activităților miniere asupra mediului este o problemă prioritară în cadrul acestei ramuri industriale.

Diversitatea floristică și faunistică este afectată cel mai mult, anume în zona exploatărilor miniere, iar zonele adiacente sunt mai puţin afectate. Formele de impact asupra biodiversității naturale în urma activităţilor miniere sunt următoarele: modificarea suprafeţelor biotopurilor de pe amplasament, modificări asupra compoziției speciilor, pierderi şi modificări de

habitate, modificări/distrugeri asupra populaţiilor de plante, modificări ale resurselor de specii de plante cu importanţă economică, modificarea/distrugerea habitatelor speciilor de animale, distrugerea speciilor şi populaţiilor de nevertebrate, reptile, amfibii, peşti, mamifere, păsări, modificarea rutelor de migrare; modificarea/distrugerea adăposturilor de animale pentru creştere, hrană, odihnă şi iernat.

Vegetaţia, care se formează pe HS are un caracter spontan şi invaziv. În ceea ce priveşte fauna, aceasta a fost alungată în totalitate de pe suprafaţa afectată direct de activităţile miniere, dar şi din zonele adiacente – în timpul exploatării. Procesul de reintegrare și adaptare a florei și faunei la *„noul habitat”* în peisajul generat este foarte dificil.

La unităţile miniere din munţii Apuseni, din Maramureş şi din Banat s-au produs diferite accidente tehnice, adevărate catastrofe ecologice, care au dus la infestarea apelor râurilor din zonă şi la contaminarea unor mari suprafeţe de teren cu reziduuri miniere cu conţinuturi de metale grele şi diferite substanţe toxice care au avut efecte devastatoare asupra florei şi faunei din regiune [63, (cit. [72])].

Cariera Comarnic - Poieni, jud. Hunedoara (România), în urma exploatării zăcămintelor de bauxită a avut un impact major asupra tuturor factorilor de mediu: apă, aer, sol, vegetație. Activitatea de exploatare s-a desfăşurat în cariera Comarnic - Poieni în perioada anilor 1978–1989, unde în această perioadă au fost extrase 263,811 t de bauxită. Cariera a fost închisă, „costurile de mediu” s-au dovedit a fi foarte mari în comparaţie cu „profitul” obţinut. Zona aceasta a fost declarată în anul 2003 „arie protejată” prin includerea în Parcul Natural Grădiştea Muncelului, Cioclovina [83, 98].

După Petrescu I. et al. (1997), exploatările de lignit a carierei din Oltenia au un impact agresiv asupra tuturor componentelor de mediu: apă, aer, sol, vegetație, faună, configurația geomorfologică a zonei și așezărilor umane [116]. Deşeurile miniere din regiunea Baia Mare au un impact pronunțat asupra mediului. Emisiile contaminate în mediu fie pe cale aeriană sau transportate de ape infectează solul, subsolul, pânza freatică, apele de suprafaţă, provocând impact asupra biocenozei şi asupra sănătăţii oamenilor [100].

În urma exploatărilor miniere versanţii haldei de cenuşă, Mal Drept Mureş (România), erau înierbaţi pe întreaga suprafaţă. Compoziţia vegetaţiei ierboase este diversă, speciile identificate pe suprafaţa versanţilor sunt: *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin., *Bromus mollis* L., *Bromus sterilis* (*Anisantha sterilis* (L.) Nevski), *Achillea millefolium* L., *Calamagrostis villosa* (Chaix) J.F.Gmel., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Bromus arvensis* L., *Lolium perenne* L., *Dorycnium herbaceum* Vill., specii de trifoi, sulfina galbenă, lucernă. Vegetaţia spontană este vizibil stresată de condiţiile existente, creşterea si dezvoltarea plantelor este încetinită,

aproximativ la 20–30% faţă de condiţiile naturale normale, partea aeriană a plantelor avea diverse forme de clorozare (îngălbenire) şi chiar necrozare la frunze. Aceste specii de plante s-au instalat natural pe suprafața haldei și au un rol foarte important în prevenirea fenomenelor de eroziune. Pe suprafaţa haldei de cenuşă aparţinând complexului energetic Rovinari flora spontană instalată natural este reprezentată de specii anuale și bianuale de dicotiledonate: *Erigreon canadensis* L. (bătrâniş), *Xanthium italicum* Moretti şi *X. spinosum* L. (cornuți), *Linaria vulgaris* Mill. (linariţa), *Lactuca serriola* L. (salata sălbatică), *Verbena officinalis* L. (sporiş), *Abutilon theophrasti* Medik. (pastolnic, floarea pâinii), *Portulaca oleraceea* L. (iarba grasă), *Chenopodium album* L. (spanac sălbatic), *Kochia scoparia* (mături), *Atriplex patula* L. (loboda sălbatică), *Erysimum repandum* L. (mixandră), *Tribulus terrestrus* (colţii babei), *Berteroa incana* L. (DC.) (sughițel), *Solanum nigrum* (zârnă), *Chenopodium botrys* L. (tămâiţă), *Petrorhagia prolifera* (*Kohlrauschia prolifera* (L.) Kunth), specii monocotiledonate anuale, cum ar fi: *Bromus japonicus* Thunb., *Bromus tectorum* L., *Apera spica-venti* (L.), precum şi unele graminee perene ca: *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Cynodom dactylon* (L.) Pers., *Sorghum helepense* (L.) Pers.. Principalele specii care prezintă o acoperire de peste 95% a suprafeţei, sunt: *Lolium perrenne* L., *Chynodon dactylon* (L.) Pers. şi *Trifolium repens* L. [73, 90, 112].

India este o țară cu patrimoniu natural bogat. Exploatarea minieră în India are un impact negativ atât asupra comunităților locale, cât și asupra mediului. Allahabad, Mirzapur și Sonbhadra sunt orașe din India, unde sunt extrase minereuri de siliciu, piatră, nisip, cărbune, calcar, granit, dolomit etc.

În cazul extracțiilor miniere de siliciu din Allahabad în situl neperturbat (100 m de la amplasamentul minier) au fost depistate 27 de specii de plante, în situl minier propriu zis au fost depistate doar 5 specii de plante. În cazul extracțiilor de piatră din Allahabad au fost depistate 15 specii de plante în situl neperturbat (100 m de la locul de extracție), iar în situl minier au fost depistate doar 8 specii de plante.

În cazul extracțiilor de piatră din Mirzapur au fost depistate 13 specii de plante în situl neperturbat (100 m de la locul de extracție), fiind o zonă pietroasă, s-a depistat mai puțină vegetație, iar în situl minier au fost depistate doar 9 specii de plante.

În cazul extracțiilor de piatră din Sonbhadra au fost depistate 13 specii de plante în situl neperturbat (100 m de la amplasamentul minier), iar în situl minier au fost depistate doar 8 specii de plante. În cazul extracțiilor de cărbune din Sonbhadra au fost depistate 5 specii de plante în situl neperturbat (100 m de la locul de extracție), iar în situl minier au fost depistate doar 4 specii de plante. În concluzie, putem afirma că mineritul din aceste regiuni a afectat negativ biodiversitatea vegetală în raport de 50–75% [168].

Impactul asupra florei şi faunei produs de activităţile miniere în perimetrul carierei „Lafarge Ciment” S.A. (Moldova) are drept consecință:

- ✓ distrugerea vegetaţiei (erbacee şi lemnoase), ca urmare a activităţilor de decopertare a solului;
- ✓ dispariţia unor asociaţii vegetale;
- ✓ invazia speciilor alohtone, care duc la dispariția populațiilor de plante native;
- ✓ modificarea echilibrului ecosistemelor predominante în carieră;
- ✓ dispariția unor specii de animale;
- ✓ reducerea numerică a indivizilor datorită factorilor de stres;
- ✓ migrarea păsărilor în zone îndepărtate de zona de exploatare;
- ✓ reducerea efectivelor populaţiilor de mamifere prin plecarea lor în alte areale cu aceleași caracteristici ale nișei ecologice;
- ✓ dispariția unor nișe ecologice valoroase;
- ✓ simplificarea biocenozelor;
- ✓ degradarea temporară sau permanentă a cadrului natural şi peisagistic.

Fauna din zonă este afectată de zgomotul și vibrațiile produse în perimetrul carierei, unele specii faunistice migrează la distanţe mai mari faţă de actualele locuri de cuibărire. Vegetaţia este afectată prin depunerea prafului pe frunzele plantelor în urma activităților de excavare, mijloacelor de transport de pe drumurile de acces, noxele din gazele de eşapament ale utilajelor acţionate de motoare Diesel. Toate acestea duc la dereglarea proceselor fiziologice ale plantelor (fotosinteza, respirația, transpirația), având ca efect îngălbenirea şi căderea prematură a frunzelor şi implicit scăderea ritmului de creştere a acestora [122].

Exploatarea la zi influenţează profund toţi factorii de mediu – sol, apă, aer, floră, faună şi reclamă cheltuieli mari atât pentru refacerea acestora, cât și reintegrarea suprafeţelor ocupate şi degradate în circuitul economic și agricol.

1.3. Tehnici, scheme și tehnologii de reconstrucții ecologice a terenurilor degradate antropic

Terenurile degradate reprezintă o problemă majoră atât la nivel național, cât și la nivel mondial. Reconstrucția ecologică a terenurilor degradate antropic este necesară pentru prevenirea dezechilibrelor ecologice de mare amploare.

Terenurile degradate sunt terenurile, care prin eroziune, poluare sau prin acţiunea distructivă a unor factori antropici, şi-au pierdut capacitatea de producţie agricolă, dar care pot fi ameliorate prin împădurire şi prin alte lucrări pentru restabilirea ecosistemelor, în contextul

protejării solului, refacerii echilibrului hidrologic şi îmbunătăţirii condiţiilor de mediu. Terenurile degradate, în cadrul cadastrului funciar pot face parte din categoriile: terenuri agricole, construcţii, alte terenuri (ravene, alunecări de terenuri etc.), ape etc. Terenurile degradate includ:

- ✓ terenuri cu eroziune de suprafaţă foarte puternică şi excesivă;
- ✓ terenuri cu eroziune de adâncime - ogaşe, ravene, torenţi;
- ✓ terenuri afectate de alunecări active, prăbuşiri, surpări şi scurgeri noroioase;
- ✓ terenuri nisipoase expuse erodării de către vânt sau apă;
- ✓ terenuri cu pietriş, bolovăniş, grohotiş, stâncării şi depozite de aluviuni torenţiale;
- ✓ terenuri cu exces permanent de umiditate;
- ✓ terenuri sărăturate;
- ✓ terenuri poluate cu substanţe chimice, petroliere sau noxe;
- ✓ terenuri ocupate cu cariere deschise, cu halde miniere, cu deşeuri de producţie sau menajere etc.;
- ✓ terenuri cu biocenoze afectate sau distruse;
- ✓ terenuri neproductive [76].

Fenomenele ce duc la eliminarea fertilităţii solului sunt numite fenomene de degradare. Conform raportului JRC (*Joint Research Centre*) a CE „*Addressing soil degradation in EU agriculture: relevant processes, practices and policies*", 2009, sunt prezentate cele 6 procese de degradare a solului: eroziunea, scăderea materiei organice, compactarea, salinizarea, contaminarea şi declinul biodiversității. Aceste șase procese au efect negativ continuu asupra fertilităţii solului [118].

Preocupările aplicative pentru reconstrucția ecosistemelor în urma distrugerii biocenozelor din zone afectate de dezastre naturale şi antropice, de poluare şi de schimbările climatice actuale etc. au fost cercetate și analizate din anii 1990 până în zilele noastre [44, 45, 46, 87, (cit. [93])].

Studiul privind procesul de restabilire și formare a solului pe suprafețele HS au fost efectuate de autorii [16, 18]. În rezultatul cercetărilor a fost stabilit, că procesul de restabilire a biodiversităţii se datorează materialului pământos de la suprafață, format prin lucrări de terasament, alcătuit din straturi de argile şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos, servind ca biotop, asigură inițierea procesului de apariție a biodiversității și formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A. Astfel, suprafețele formate pe haldele depozitate prin lucrări de terasament pe teritoriul carierei, asigură un nivel înalt de productivitate al biocenozelor nou formate în carieră.

Metoda cea mai economică şi acceptabilă din punct de vedere ecologic pentru stabilizarea, remedierea, reabilitarea, reducerea poluării este acoperirea cu vegetație a terenurilor degradate antropic [114, (cit. [93])].

Prin remedierea ecologică se pot realiza:

1. *restaurarea* prin care se încearcă refacerea exactă a ecosistemului original (ecosistemul dinainte de degradarea sitului).
2. *reabilitarea* adică refacerea unui ecosistem asemănător cu cel original, dar ceva mai puțin decât o restaurare completă.
3. *înlocuirea* care nu-şi propune nici o restaurare, ci o înlocuire a ecosistemului original cu un altul diferit. Acesta poate fi un ecosistem mai simplu, dar mai productiv *(un ecosistem agricol, o pajişte sau păşune)* ori poate fi mai simplu şi mai puțin productiv *(o pădure este înlocuită cu o pajişte cu scop de zonă de agrement).*

Termenul de RE se poate suprapune peste oricare dintre termenii *restaurare, reabilitarea, înlocuire*, dar RE înseamnă o înlocuire activă şi dirijată (inginerească) a ecosistemului inițial cu altul în scop bine definit (figura 1.1) [114, (cit. [93])].

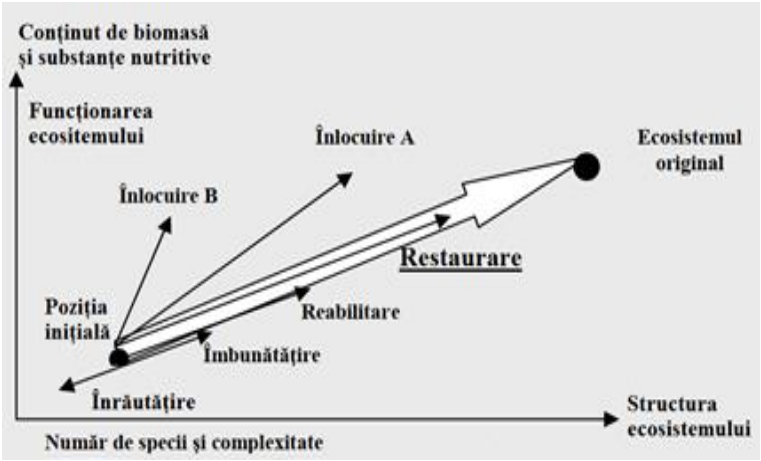


Fig. 1.1. Diagrama dezvoltării naturale a ecosistemului şi a alternativelor de remediere, (Bradshaw A., 1995) [160]

Din punct de vedere ecologic, situl trebuie să devină un anumit ecosistem, care să atingă prin dezvoltare:

- ✓ structură proprie;
- ✓ o funcţionare cu autoîntreținere şi autoreglare,
- ✓ un echilibru dinamic cu o anumită dezvoltare în timp [114, (cit. [93])].

Reconstrucția ecologică, aplicată pe biotopuri poluate, contaminate, HS și alte reziduuri rezultate din exploatări miniere și din alte activități industriale, agricole etc., operează cu metode tehnice şi biologice care pot asigura ecogeneza sau succesiunea ecologică secundară, respectiv: înființarea fito – şi zoocenozelor de pionierat, concomitentă cu pedogeneza, refacerea microbiotei, humusului şi proprietăților solului; reconstrucția fito – şi zoocenotică, cultivarea, colonizarea speciilor şi stabilizarea relațiilor interspecifice favorabile productivității şi echilibrului biocenotic al noului ecosistem [44, 46, (cit. [92])].

Reconstrucția ecologică reprezintă o activitate de introducere în circuitul economic productiv a terenurilor degradate și readucerea lor la stadiul inițial prin recultivarea cu specii erbacee sau lemnoase. Orientările cele mai esențiale 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 refacerea solului și biodiversității.

Conform lui Dediu I. (2010), RE este acțiunea de recuperare a unei suprafețe de teren/ecosistem/specie/landșaft sau de reconstrucție a unui complex natural abandonat sau dereglat, în scopul restabilirii echilibrului ecologic al acestora [55].

După Моторина Л. și Овчинников В. (1975), recultivarea terenurilor este un complex de lucrări miniere, tehnice, ameliorative, agricole, silvice etc. direcționate spre restabilirea productivității terenurilor perturbate de activități miniere și reîntoarcerea lor la diferite utilizări. Recultivarea acestor terenuri se desfășoară în 3 etape: etapa pregătitoare, etapa tehnică și etapa biologică [227, (cit. [243])].

Problema recultivării a fost studiată de Werner K. și colab. (1984), susțin că procesul de recultivare are loc în două faze: tehnică și biologică [191, (cit. [59])].

Potrivit lui Akpinar N. și colab. (1993), reamenajarea și reabilitarea zonelor degradate datorită activităților miniere se desfășoară în patru etape principale: planificarea utilizării terenurilor după exploatare; reabilitarea tehnică; reabilitarea biologică; monitorizarea și întreținerea [153, (cit. [175])].

Recultivarea tehnică implică toate măsurile necesare de a integra aceste terenuri în circuitul economic. Responsabilitatea o au unitățile de exploatări miniere și includ următoarele lucrări:

- ✓ stratul de sol cel mai pretabil la recultivare trebuie să fie utilizat 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;
- ✓ suprafața trebuie să fie suficient de mare pentru a permite utilizarea fără dificultate a utilajelor atât pentru agricultură, cât și pentru silvicultură;
- ✓ de a duce evidența la controlul scurgerilor de pe terenurile supuse recultivării;
- ✓ 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 etapă implică următoarele lucrări:

- ✓ 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 îngrășăminte;
- ✓ 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.

Silvicultura are un rol principal în RE, deoarece anume pe aceste terenuri degradate se instalează culturile forestiere, care au un rol important în ameliorarea și protecția climei, biodiversității, refacerea echilibrului hidrologic și refacerea solului distrus prin eroziune [39]. Pădurile asigură conservarea biodiversităţii forestiere şi servesc drept refugiu pentru lumea animală spontană, care nu poate exista în condiţiile agrocenozelor şi presiunii antropice [51, 142].

Recuperarea naturală integrată a spaţiilor afectate de exploatări miniere la zi se împarte în două etape [155]:

I. reamenajarea tehnologică care presupune: recuperarea şi conservarea solului, acesta este depus în halde speciale; construcţia solidă a tehnostructurilor de tip haldă; nivelarea şi stabilizarea tehnostructurilor acumulative; depunerea solului pe haldele stabilizate; ameliorarea terenului prin amendamente în funcţie de rezultatul expertizelor pedologice (calcinarea, adaosul de cenuşă sau fenoli).

II. recultivarea trebuie să facă parte din studiul de exploatare al zăcământului și poate fi de mai multe tipuri (recultivarea agricolă, recultivarea forestieră, recuperarea piscicolă, recuperarea pentru instalaţii tehnologice, sedii sau depozite, instalaţii de epurare, crematorii, etc. [(cit. [8])].

Succesul reabilitării ecologice a terenurilor degradate, după Lazar M., constă în elaborarea unei metodologii concrete care să țină seama de mai mulți indicatori și parametri, ca să asigure productivitatea şi integritatea ecosistemelor [89].

Studiile ce aparțin lui McHarg I. arată că, RE a terenurilor degradate trebuie să se bazeze pe cele șapte principii fundamentale de planificare ecologică:

- ✓ principiul de globalitate sau intercauzalitate;
- ✓ principiul autonomiei ambientale;

- ✓ principiul dimensionării minime şi reversibilităţii;
- ✓ principiul de economicitate;
- ✓ principiul de respectare a tradiţiei;
- ✓ principiul de transparenţă şi democraţie;
- ✓ principiul de respectare a exigenţelor populaţiei [177].

Metodologia de stabilire a variantei optime de RE a unui teren degradat, propusă de autoarea Lazăr M., cuprinde patru etape (etapa a III-a este necesară doar pentru proiecte de RE de tipul naturalistic, recreaţional sau productiv) [88, 176].

Etapa I presupune o consultare iniţială a populaţiei din zonă şi a factorilor de decizie privind modul de reutilizare a terenului. Această etapă are în vedere principiile de planificare ecologică 5, 6 şi 7 şi poate fi realizată sub forma unor dezbateri publice, în cadrul cărora pot fi analizate diverse tipuri de RE a terenului degradat în cauză.

Etapa II-a urmăreşte transpunerea în procesul decizional al principiilor de planificare ecologică 1, 2, 3 şi 4. Deja, când este o variantă posibilă de RE (agricolă, silvică, pomicolă, viticolă, recreație și agrement) a terenului degradat, trebuie de luat în considerație situaţia actuală din teren: climatul regiunii, morfologia terenului, peisajul etc.

Etapa III-a, pentru a evalua şi departaja proiectele de RE ce au trecut de etapa a doua, au fost consideraţi mai mulți indicatori de fertilitate a solului (structura solului, pH-ul solului, micronutrienți, macronutrienți, conținutul de humus, MG), precum şi eventuala prezenţă a unor elemente neplăcute (care nu sunt compatibile în primul rând cu reutilizarea productivă, dar trebuie avute în vedere şi pentru reutilizarea în scop recreativ sau de agrement). Indicatorii de fertilitate a solului au o importanţă medie, deoarece neajunsurile legate de elementele de fertilitate se pot compensa prin aplicarea de îngrăşăminte. În cazul MG indicatorii au o importanţă majoră, pentru tipurile de RE productivă, deoarece acestea pot migra din sol în corpul plantelor şi mai apoi în fruct. Prin efectul de bioacumulare, recolta poate fi considerată compromisă.

Etapa IV-a, în cadrul acestei etape participă din nou publicul interesat, factorii de decizie şi specialiştii din domeniu. Această etapă este necesară pentru informarea publicului interesat asupra procesului decizional, asigurându-se astfel transparenţa privind alegerea variantei optime de reutilizare a terenului supus analizei [88, 176].

Reabilitarea ecologică, după Baican G. și colab. (2001), a HS din România se bazează pe următoarele principii fundamentale:

- ✓ principiul de globalitate (planificare și integrare regională);
- ✓ principiul autonomiei ambientale (refacerea ambientului inițial);

- ✓ principiul de economicitate (refacerea funcției de pretabilitate pentru un anumit scop);
- ✓ principiul de respectare a tradițiilor (refacerea bisericilor, cimitirelor, caselor, etc.);
- ✓ principiul de dimensionare minimă și reversibilitate [7].

Conform lui Ciortuz I. et al. (2004), ameliorarea silvică a terenurilor degradate presupune adoptarea unui ansamblu de măsuri şi lucrări cu caracter tehnic care formează împreună complexul ameliorativ. Complexul ameliorativ cuprinde următoarele măsuri și lucrări de ordin general:

- ✓ măsuri organizatorice;
- ✓ lucrări de amenajare a terenului;
- ✓ lucrări de pregătire a solului;
- ✓ lucrări de ameliorare a solului;
- ✓ lucrări de înierbare;
- ✓ lucrări de împădurire;
- ✓ lucrări de protejare [38, (cit. [118])].

Conform lui Ciortuz I. et al. (2004), pentru împădurirea terenurilor degradate speciile se aleg, ţinând cont de următoarele criterii:

- ✓ condiţiile staţionale din terenurile respective;
- ✓ cerinţele ecologice ale speciilor;
- ✓ rolul funcţional al culturilor care se creează [38, (cit. [118])].

La selectarea speciilor pentru instalarea culturilor forestiere, trebuie să ţină cont de următoarele aspecte: culturile forestiere trebuie să fie cu precădere amestecate şi viabile;

- ✓ promovarea în staţiuni forestiere favorabile cu precădere a unor specii autohtone valoroase sub aspectul producţiei de biomasă şi calităţii lemnului;
- ✓ introducerea speciilor principale în spaţiul arealului său natural de răspândire;
- ✓ introducerea speciilor secundare şi arbustive pe terenuri degradate prin alunecări şi eroziune;
- ✓ folosirea în proporţie mare a speciilor arborescente şi arbustive producătoare de pomuşoare şi fructe comestibile, ceea ce diversifică produsele accesorii şi utilităţile ecosistemice ale pădurii [49].

Etapele refacerii ecologice a solurilor din jud. Gorj (România), și redarea lor în circuitul agricol sunt:

- ✓ identificarea suprafeței, care urmează a fi recultivată;
- ✓ nivelarea cu utilaje speciale;
- ✓ depunerea pe suprafețele nivelate a unui strat fertil;

- ✓ executarea arăturii;
- ✓ administrarea fertilizanților;
- ✓ alegerea speciilor de plante potrivite pentru tipul de sol reamenajat;
- ✓ pregătirea patului germinativ;
- ✓ semănatul [119].

Oficiul de Minerit al SUA a adoptat soluții pentru controlul eroziunii:

- ✓ fixarea rapidă cu ajutorul vegetaţiei;
- ✓ crearea unor canale pentru dirijarea apei de scurgere;
- ✓ construirea unor bazine de sedimentare pentru a evita transmiterea unei cantităţi mari de sedimente în apele de suprafaţă;
- ✓ crearea unei serii de diguri din piatră pentru a încetini scurgerea şi a depune sedimentele fine;
- ✓ folosirea unor sisteme de filtrare pentru a controla conţinutul în sediment [(cit. [60])].

Burger J. şi Torbert J. (1992), arată că etapele principale de recultivare forestieră cu succes a terenurilor degradate de exploatările miniere sunt următoarele:

1) Selectarea substratului de cultura: în plus faţă de orizontul arabil ce a fost îndepărtat şi depozitat la începerea exploatării şi care va fi folosit la copertare, se vor depune 120 cm de material excavat de bună calitate la suprafața haldei, astfel încât rădăcinile arborilor să găsească un bun substrat de cultură care să permită o înrădăcinare profundă. Sunt preferate haldele miniere cu niveluri moderate de săruri solubile, cu pH-ul între 4,5 şi 6,5 şi cu textură luto-nisipoasă.

2) Pregătirea haldei: este extrem de important să se minimalizeze compactarea solului. Materialele ce ghips haldate se vor nivela uşor cu buldozere mici. Pantele să nu fie mai mari de 20%, iar lungimea taluzelor mai mică de 30 m.

3) Compatibilitatea dintre arbori și covorul vegetal: reîmpădurirea presupune realizarea unui echilibru între necesitatea protecţiei împotriva eroziunii şi necesarul de lumină, apă şi spaţiu al arborilor. Covorul vegetal va include specii de graminee, leguminoase cu creştere înceată, care să acopere bine terenul şi sunt tolerante la aciditate şi la conținutul redus în substanțe nutritive.

4) Alegerea speciilor de arbori: speciile pionier cum sunt pinul şi speciile fixatoare de azot de arbori şi arbuşti sunt cele mai pretabile pe haldele cu soluri de calitate slabă. Speciile locale cu lemn tare vor fi utilizate numai pe substrate favorabile.

5) Hidro-plantarea: pentru a reduce manopera la plantare, multe specii de arbori pot fi semănaţi direct împreună cu seminţele necesare pentru formarea unui covor vegetal compatibil.

Seminţele amestecate cu un substrat organic sunt depuse pe teren cu ajutorul apei. Pinul asigură cele mai bune condiţii de supravieţuire şi dezvoltare.

6) Mânuirea materialului forestier de reproducere și tehnicii de plantare: procentul de prindere redus şi creşterea slabă sunt de obicei, datorate manipulării greşite a puieţilor şi a modului de plantare. Arborii trebuie să fie menţinuţi dorminzi înainte de plantare şi să se evite uscarea rădăcinilor. Se vor planta toamna târziu sau primăvara devreme. Plantarea se va face adânc şi se va asigura un bun contact al rădăcinii arborelui cu solul pentru a se asigura supravieţuirea.

7) Stabilirea arborilor în covorul vegetal dens**:** ierbicidele pot fi aplicate local sau benzi astfel încât să asigure supravieţuirea puieţilor şi răsărirea plantelor din covorul de suprafaţă. Fertilizanţii minerali sub formă de pastile pot fi plasaţi în imediata apropiere a gropii de plantare (dar niciodată în groapa de plantare), pentru a mări viteza de creştere în stadiile timpurii şi dezvoltare deasupra covorului vegetal. Se aplică 200 kg/ha NPK (16-26-14).

8) Costurile reîmpăduririi: recultivarea terenurilor miniere cu arbori poate fi mai ieftină decât înfiinţarea de păşuni sau fineţe. Plantarea a 1000 arbori pe hectar şi semănatul direct al unui amestec de arbori şi arbuşti costă circa 300 $ pentru fiecare hectar. Reducerea cheltuielilor se realizează deoarece pădurea acceptă un teren mai puţin nivelat, mai puţină muncă şi mai puţine seminţe şi fertilizanţi pentru covorul vegetal (economisindu-se circa 1250 $/ha) [66, 161, (cit. [58, 59])].

În procesul de recultivare, orizontul cu humus este esențial pentru restabilirea vegetației naturale și producția culturilor păşunilor și pădurilor. O cerință legală în SUA este excavarea selectivă a orizontului cu humus și folosirea lui ca strat de copertare a haldei.

Redarea în circuitul economic a terenurilor degradate de activitatea minieră cere reamenajarea şi apoi, recultivarea acestora prin instalarea pe aceste terenuri a culturilor vegetale, agricole sau forestiere [38, 74].

Reamenajarea minieră şi modelarea sunt activităţi care impun parcurgerea mai multor etape tehnologice, şi anume:

- ✓ recuperarea şi conservarea solului vegetal;
- ✓ construirea haldelor,
- ✓ nivelarea suprafeţei haldelor;
- ✓ ameliorarea terenului de pe halde;
- ✓ depunerea solului vegetal pe suprafeţele nivelate şi ameliorate.

Recultivarea constituie acţiunea de reconstruire a solurilor prin tratamente tehnice şi biologice. La recultivările de tip agricol se realizează un program complex de refertilizare,

recoltare, asanare, selecţionare a seminţelor şi dirijare competentă a fâneţei şi păşunatului pentru prevenirea degradării solului de către animale. La recultivarea de tip silvic, lucrurile sunt mai puţin pretenţioase şi aceasta poate începe chiar după faza nivelării şi afânării terenului. Etapele tehnologice menționate mai sus au fost realizate în zona Olteniei cu materiale, utilaje şi tehnologii specifice, astfel încât unitatea de suprafaţă redată în circuitul economic să coste cât mai puţin, iar calitatea şi cantitatea produselor obţinute să se apropie cât mai mult de cele realizate pe terenuri neafectate de industria minieră [74].

Unii autorii propun metoda de reintegrare a unei HS prin parcurgerea a 3 etape metodologice*: etapa reabilitării tehnice, etapa reabilitării ecologice şi etapa reintegrării funcţionale* [3].

I. *Reabilitarea tehnică* este prima etapă de factură inginerească şi are o importanţă majoră pentru arealul amenajat, deoarece este baza pe care se realizează etapele următoare. În cadrul acestei etape se urmăreşte corectarea morfologică, morfometrică şi stabilizarea structurii HS.

II. *Reabilitarea (reamenajarea) ecologică (biologică)* reprezintă acţiunea de reconstruire a capacităţii utile (productive) a solurilor antropice (fertilizarea printr-o serie de măsuri specifice), cu scopul valorificării agricole sau silvice. RE este alcătuită din două subetape importante:

1. ameliorarea calităţii protisolurilor (refertilizarea);
2. cultivarea cu plante de bază.

Pentru efectuarea corectă a refertilizării terenurilor de pe haldă ghips realizate o serie de paşi metodologici şi procedurali: efectuarea unor studii de laborator pentru o ameliorare corectă a solurilor de pe halde (analize fizico-mecanice, analize de granulometrice, analiza pH-ului, permeabilitate, conţinut de minerale etc.), analizarea modului de optimizare a condiţiilor tehnice de recuperare a solurilor antropice, realizarea unor experienţe de laborator pentru alegerea soiului de plante cu randamente bune (vase prototip cu vegetaţie de diverse specii de plante folosindu-se materialul din haldă ameliorat şi neameliorat asupra cărora se fac o serie de observaţii fenologice: data răsăritului plantelor, numărul de plante mature, lungimea plantelor la maturitate, întârzierile în coacere, atacul diferitelor boli etc.), efectuarea unor experimentări de câmp pentru a pune în evidentă dacă materialul din halda se pretează la tipul de redare în circuitul agricol sau forestier sugerat de lucrările de laborator etc. [(cit. [86])].

A doua subetapă etapă a reabilitării ecologice corespunde acţiunii de cultivare cu plante de bază (plante superioare ce dau producţii normale, specifice condiţiilor pedoclimatice din arealul cultivat). Această subetapă de reabilitare agricolă sau silvică se efectuează după câțiva ani de la încheierea subetapei de refertilizare a solului și creșterea productivității solului. Perioada de reabilitare ecologică depinde de ce activități miniere au loc în arealul dat. De exemplu, în Oltenia

(activitatea de extracţie este lignitul) acest al doilea pas urmează după 3–6 ani de la încheierea etapei de ameliorare. Redarea în circuitul silvic al HS depinde într-o mică măsură de calitatea protisolurilor. Pe haldele din Oltenia reabilitarea silvică este uşor aplicabilă. Astfel, în acest caz se poate evita primul pas al etapei secunde (ameliorarea calităţii protisolurilor), începându-se imediat după etapa nivelării taluzurilor şi a grăpării cu scarificatorul (este necesară doar eliminarea sau combaterea fenomenelor de degradare a terenurilor: stingerea proceselor geomorfologice active etc.).

III. *Reintegrarea funcţională* reprezintă complexul măsurilor şi acţiunilor realizate în scopul transformării suprafeţelor degradate în spaţii utile din punct de vedere economic (zone productive), a căror eficienţa să fie comparabilă cu performantele obţinute înaintea deschiderii lucrărilor miniere. Astfel, ultima fază a procesului de amenajare a haldelor este de factură managerială, asigurând metodologia şi implementarea soluţiilor optime pentru obţinerea succesului economic al proiectului de reabilitare (profit, aspect estetic plăcut etc.) [64, 66, 70, 71].

Unii autorii propun următoarele soluții tehnice de ameliorare a condițiilor edafice și de împădurire a haldelor: după ce haldele au fost eliberate de activități tehnologice trebuie lăsate 1–2 ani în stare de repaus pentru stabilizare. Ar fi bine ca suprafața haldelor să se acopere cu un strat de pământ fertil cu grosimea de 2–3 cm, deoarece acest lucru nu se efectuează, ar fi de dorit ca haldele să fie înierbate acolo unde nu s-a instalat plante erbacee naturale. Înainte de plantare se va realiza refertilizarea solului, deoarece majoritatea haldelor analizate au reacția alcalină, se recomandă aplicarea amendamentelor cu ghips în doze mici de 4–5 t/ha. Pentru activarea procesului de bioacumulare și humificare este necesară desțelenirea și aplicarea îngrășămintelor [138]. Haldele care prezintă stagnări ale apelor din precipitații și mai au și reacție alcalină se vor realiza următoarele lucrări: nivelarea terenului, săparea canalelor pentru evacuarea apelor de suprafață, instalarea de drenuri pentru eliminarea excesului de umiditate din masa solurilor. Numai după stabilizarea și ameliorarea condițiilor edafice se poate de efectuat împădurirea haldelor cu specii forestiere cu exigențe ecologice modeste și adaptate la condițiile climatice din zona dată.

Tehnica de împădurire include următoarele etape:

- ✓ nivelarea terenului manual sau mecanizat;
- ✓ pe taluze, dacă înclinarea este mai mare de 15–20^0, se vor efectua terase sprijinite de gărdulețe amplasate la o distanță de 2,5–4 m;
- ✓ pe suprafețele orizontale plantarea se va efectua în vetre cu dimensiunile de 40×60 cm sau 60×80 cm desfundate adânc;

- ✓ pe vatră sau în groapa de plantare cu dimensiunile 30×30×30 cm se va administra pământ vegetal și fertilizanți organici [131].

Conform autorilor Mărăcineanu F. et al. (2000), redarea în circuitul economico-productiv a haldelor de cenuşă (bazinul minier Oltenia, România) se realizează în două etape:

1. *Etapa tehnico-minieră*, efectuată de întreprinderile miniere, care constă în: nivelare, amenajarea şi fixarea taluzurilor haldelor, regularizarea apelor de suprafaţă;
2. *Etapa biologică* sau *recultivarea biologică* care cuprinde: nivelarea anuală; sunt recomandate în primul an ierburile perene urmate de cereale, prăşitoarele incluzându-se în sortimentul de culturi din al II-lea an de recultivare; fertilizarea organo-minerală făcută cu doze duble sau triple faţă de terenurile normale; toată producţia secundară în primii 3–4 ani trebuie să fie încorporată în sol; după 5–6 ani de recultivare biologică se recomandă efectuarea unei cartări agrochimice [95].

În Germania, în ceea ce privește tehnologia de recultivare se disting următoarele criterii:

- ✓ criteriul landșaftului – presupune ca prin lucrările de redare în circuitul productiv să se reface peisajul degradat, astfel încât să se realizeze un landșaft optimizat, care să corespundă exigențelor impuse de obținerea unui randament agricol și silvic maxim.
- ✓ criteriul landșafto-ecologic – presupune obligativitatea ca la recultivare să se țină cont de condițiile ecologice;
- ✓ criteriul socio-economic – care are în vedere condițiile economice și sociale din zonă [(cit. [59])].

1.4. Reconstrucția ecologică a terenurilor degradate folosind specii agricole și forestiere

Industria minieră exercită asupra mediului înconjurător influenţe deosebite care se manifestă în toate fazele proceselor tehnologice de exploatare şi preparare. Indiferent de metoda aplicată, pentru valorificarea unui zăcământ sunt necesare numeroase şi diverse operaţii fizice şi chimice în urma cărora rezultă, pe de o parte, substanţa minerală utilă, iar, pe de altă parte, materia sterilă extrasă din zăcământ odată cu utilul [72].

Ca urmare a activităţilor din industria extractivă, impactul asupra mediului înconjurător este pronunţat. La încheierea lucrărilor de exploatare de suprafaţă, rămân gropi largi, cu adâncimi mari (60–80 m), sterilul extras este depozitat în halde. Acestea alterează peisajul, urmele de minereu din steril prezentând un caracter agravant pentru flora şi fauna din zonă [170, 193]. Exploatarea la zi influenţează profund toţi factorii de mediu – sol, apă, aer – şi reclamă cheltuieli mari pentru refacerea acestora şi, în primul rând, a suprafeţelor ocupate şi degradate, în vederea reintegrării lor în circuitul economic.

Pentru recuperarea, reutilizarea, reabilitarea terenurilor degradate în urma activității miniere și reintegrarea lor în circuitul economic este nevoie de RE a HS, folosind specii agricole și forestiere. Halda reprezintă locul unde se depozitează materialul neutilizabil provenit din lucrările miniere, de la extracție sau de la prepararea mecanică a minereurilor. HS pot avea un efect extrem de agresiv asupra calității apei, aerului, vegetației, sănătății populației și a întregului peisaj din zonă. Recultivarea HS este necesară pentru îmbunătăţirea proprietăţilor fizice, chimice şi biologice ale solurilor şi redarea lor în circuitul economic.

Reconstrucţia ecologică a HS *„presupune o stimulare şi dezvoltare a studiilor şi acţiunilor menite să armonizeze activitatea social-economică cu cerinţele marelui echilibru ecologic. Studiile fitocenologice pot oferi o baza ştiinţifică în găsirea unor soluţii optime, corecte din punct de vedere ecologic şi economic avantajoase, de copertare şi fixare sau şi de utilizare a HS în agricultură"* [45, (cit. [93])].

La nivel mondial au fost efectuate cercetări științifice pe diferite tipuri de terenuri degradate antropic (exploatări miniere, haldare, depozitarea deșeurilor etc.) în urma cărora au fost înaintate unele măsuri de RE.

În fiecare zonă climatică există un număr mai mare sau mai mic de specii ierboase care pot fi utilizate în lucrările de recultivare a zonelor în curs de reabilitare. În Marea Britanie, Bradshaw A. şi Chadwick M. (1980), citează: 140 de specii de ierburi și 70 specii de leguminoase dintre care se pot alege speciile adecvate pentru recultivare [160, (cit. [93])]. Un rol important este adaptarea plantelor ierboase la condițiile climatice și edafice din zona dată. Învelișul ierbaceu poate fi uşor de obţinut prin semințele produse de producători specializaţi. Speciile de plante sălbatice nu trebuie de ignorat în practica de recultivare, deoarece ele pot aduce servicii foarte utile în activitatea de instalare în permanent a covorului vegetal. Plante utilizate în recultivarea agricolă sunt gramineele, leguminoasele. Leguminoasele reprezintă o componentă principală în aproape toate mixturile de ierburi, deoarece ele asigură furnizarea de azot organic în interiorul solului nou, în formare. Ele înlătură necesitatea tratamentelor cu azot pentru întreținere prin mărirea cantităţii de azot mineralizabil. Astfel, trifoiul este un fertilizator mai bun decât tratamentele cu fertilizatori chimici, întrucât furnizează azotul în mod gradual şi continuu. Leguminoasele sunt adecvate datorită simbiozei cu bacteria *Rhizobium* ce se fixează în rădăcini şi formează nodozităţile fixatoare de azot [160, (cit. [93])].

Arborii și arbuștii ca şi în cazul plantelor ierboase, trebuie să fie adaptate la mediul local. Speciile fixatoare de azot sunt: salcâmul (*Robinia pseudacacia* L.), arinul (*Alnus sp.*), sălcioara (*Elaeagnus sp.*) şi cătina albă (*Hippophaë rhamnoides* L.) au dat rezultate bune in toate cazurile. Speciile forestiere folosite pe halde care au dat rezultate bune sunt: pinii, în special pinul

silvestru (*Pinus sylvestris* L.), pe haldele miniere şi industriale cu depozite grosiere şi nisipoase, cu pH sub 7, şi pinul negru (*Pinus nigra* J. F. Arnold) pe haldele calcaroase sau argiloase cu pH peste 7; plopii, mai ales plopul alb (*Populus alba* L.) şi plopul tremurător (*Populus tremula* L.), şi sălciile (*Salix alba* L., *Salix caprea* L., *Salix incana* Schrank,(*S. elaegnos* Scop.) etc.) pe haldele formate din depozite nisipoase, din regiuni mai umede sau cu posibilităţi de irigare; frasinul (*Fraxinus excelsior* L.), paltinul (*Acer sp.*), cireşul pădureţ (*Cerasus avium* (L.) Moench), ulmul (*Ulmus sp.*) și frasinul de Pensylvania (*Fraxinus pensylvanica* March.), arţarul tătăresc (*Acer tataricum* L.) şi altele, pe halde unde s-a aşternut un strat de pământ fertil; stejarul şi stejarul roşu (*Quercus robur* L. *şi Q. borealis* Michx.) pe haldele cu cele mai bune condiţii de sol; mesteacănul (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth)), oţetarul fals (cenușarul) (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), arţarul american (*Acer negundo* L.), mojdreanul (*Fraxinus ornus* L.), *etc.* pe halde cu condiţii staţionale mai dificile; lemnul câinesc (*Ligustrum vulgare* L.), sângerul (*Cornus sanguinea* L.) şi a1ţi arbuşti, pe diferite tipuri de halde, în amestec cu speciile menţionate mai înainte. Există trei metode principale prin care arborii sau arbuştii pot fi instalaţi: prin însămânțare, prin puieţi sau transplanţi şi prin sădire standard [139, 140, (cit. [93])].

Daniels W. şi colab. (1995) arătau că multe probleme ale haldelor pot fi reduse semnificativ prin menţinerea unui covor vegetal viabil [166]. O comunitate de plante viguroase va reduce mişcarea apei şi oxigenului în haldă, deci va limita producerea de scurgeri acide, va reduce pierderile prin eroziune şi va stabiliza halda. Piha M. şi colab. (1995), apreciau că fixarea rapidă cu ajutorul vegetaţiei constituie un pas important în controlul eroziunii şi al recultivării finale [154, 183] arată că proprietăţile fizice şi chimice ale haldelor limitează procesul de recultivare [(cit. [59])].

Unele studii, pe lângă reabilitarea mediului, identifică și beneficii economice. Torbert J. şi colab. (1989), recomandă utilizarea HS pentru creşterea brazilor de Crăciun, deoarece aceştia sunt mai toleranţi la aciditate, cresc pe solurile cu fertilitate redusă, sunt mai rezistenţi la secetă decât culturile agricole [189, (cit. [58])]. Plantarea *Paulownia sp*., la fel, este identificată în SUA, ca o soluție pentru reabilitarea și exploatarea terenurilor degradate, în contextul cererii mari de lemn de Paulownia pe piaţa mondială, datorită calităţii deosebite a acestuia: uşor, puternic şi durabil [190, (cit. [59])].

Unii cercetători cred că înainte de a recultiva silvic HS este necesară înierbarea rapidă pentru a preveni eroziunea [94, (cit. [59])].

În SUA se face o distincţie între recultivarea forestieră în scop comercial (gospodărită) şi o recultivare forestieră (negospodărită) cu scop de protecţie şi refacere a solului. Pentru recultivarea forestieră cu scop comercial operatorul trebuie să aibă crescuţi cel puţin 1000 arbori

/ ha şi toţi arborii trebuie să fie specii comerciale cum sunt: pinul alb, stejarul, plopul, etc. Pentru o recultivare forestieră negospodărită, cu scop de protecţie, trebuie să fie viabili tot 1000 arbori /ha, dar se acceptă ca pe lângă pin să fie plantate şi specii de valoare economică mai mică cum sunt: anin negru, salcâm şi multe alte specii de arbuşti [188, (cit. [58, 59])].

Pentru majoritatea zonelor miniere, autorii Davis V. et al., recomandă ca speciile de arbori pentru plantare să întrunească trei caracteristici importante:

- ✓ arborii sădiți cu timpul să formeze o pădure;
- ✓ să aducă beneficii pentru animalele sălbatice;
- ✓ să fixeze azotul atmosferic (N) și să îmbunătățească calitatea solului [167].

În Cehia şi Slovacia prin exploatarea minieră din ultimii 30–35 ani anual sunt scoase circa 7000 ha de teren din circuitul agricol şi silvic. Reamenajarea acestor terenuri degradate se face în primul rând prin redarea în circuitul agricol şi silvic şi în a doilea rând prin amenajări de parcuri şi spaţii verzi, piste auto, construcţii, lacuri de agrement şi piscicole. Speciile silvice sunt împărţite de specialiştii cehi în trei grupe: specii de arbori şi arbuşti cu efect ameliorator (specii pionier), specii cu efect ameliorator şi economic şi specii cu efect economic (productiv) [(cit. [58])]. În cadrul recultivării silvice, rezultate bune s-au obţinut prin plantarea speciilor: *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus strobus* L., *Larix decidua* Miller, *Elaeagnus angustifolia* L., *Ligustrum vulgare* L., *Amorpha fruticosa* L. şi *Rosa rugosa Thunb.*

Un alt exemplu este observat în Bulgaria, unde în recultivarea silvică rezultate bune s-au obţinut cu următoarele specii: *Populus vernirubens* A. Henry, *P. bachilieri, Querqus robur* L., *Celtis australis* L., *Ulmus campestris* L., *Tilia argentea* DC., *Hippophaë rhamnoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Pinus corsicana, Betula verrucosa* Ehrh. și *Alnus glutinosa* (L) Moench [(cit. [58])]. În perioada anilor 1965–1972, în Bulgaria a fost realizat primul experiment științific privind recultivarea biologică în regiunea „Марица–Восток”, fără acoperirea stratului fertil de sol. Metoda investigată de „recultivare fără humus” este de 7–10 ori mai ieftină decât metoda în care stratul de humus a fost depus pe suprafețele haldelor nivelate.

Pe baza acestor rezultate, Institutul de Cercetare „Н. Пушкаров” a propus această metodă de restabilire a terenurilor degradate din regiunea „Марица–Восток”. În cazul când este necesar, s-a propus utilizarea stratului de humus din punct de vedere agronomic.

Pe baza cercetărilor ulterioare, au fost identificate trei metode principale de recultivare a terenurilor agricole:

✓ pe calea acoperirii orizontului de humus cu o grosime de 30–40 cm pe suprafața teritoriului restabilit tehnic. Această metodă este utilizată mai des, deoarece creează condiții apropiate de cele naturale. Este cea mai scumpă metodă, dar și cea mai durabilă;

✓ pe calea acoperirii a terenurilor degradate cu materiale geologice cu anumite proprietăți fizico-chimice, dar fără conținut de humus. Această metodă este mai potrivită pentru crearea de pajiști și pășuni, unde mai târziu se formează în mod natural orizontul de humus. Metoda este relativ ieftină, dar necesită multă atenție și cunoștințe de la cei care vor folosi acest teren;

✓ prin adăugarea la materialele geologice a substanțelor cu un conținut înalt de organică. Această metodă este cea mai controversată, dar dacă este efectuată sub control științific ea poate avea un efect bun.

Terenurile care au fost recultivate cu scop agricol, rezultate bune au dat cerealele, plantele tehnice, plantele oleaginoase, care pot fi utilizate la crearea pajiștilor și pășunilor. Nu se recomandă spre recultivare: sfecla, cartofii, morcovii, datorită pericolului de poluare. Pentru o mai bună desfășurare a procesului de formare a solului și fertilității stabile inițiale, se recomandă rotația necesară a culturilor.

Terenurile care au fost recultivate cu scop silvic, de exemplu, zona minieră din regiunea „Марица–Восток” rezultate bune au dat speciile de stejar, stejarul roșu, stejarul pufos, ca specii însoțitoare s-au folosit frasinul, teiul argintiu, mesteacănul, mărul și cireșul sălbatic. Pe haldele cu un conținut mai mare de nisip a crescut pinul austriac, iar pe solurile acide și neutre – salcâmul [225].

Cele mai bune rezultate pe haldele minei de cărbune din Байдаевск (Новокузнецк, Rusia) la creștere au dat pinul, cătina, salcâmul, unele specii de salcie [225].

Recultivarea HS din carierele de cărbune din Estonia a început în anul 1960, când au fost plantate culturile în amestec de pin (*Pinus sylvestris* L.) și zada siberiană (*Larix sibirica* Lebed) în cariera Cohtlasc. Restabilirea haldelor este foarte lentă. Acest lucru este influențat de numeroși factori, cum ar fi: compoziția haldelor, amplasarea haldelor, adâncimea, conținutul de nutrienți din materialul de depozitare, regimul de umiditate, etc.

În cadrul recultivării silvice au fost testate mai mult de 50 de specii de arbori și arbuști. Pinul a devenit principala specie de împădurire. Suprafața culturilor de pin este de 85% din suprafețele împădurite. În afară de pinul obișnuit, au mai fost testate 9 specii de pin, dintre care rezultate cele mai bune au dat: *Pinus contorta* Dougl. Ex Loud., *Pinus mugo* Turra. Molidul (*Picea abies* (L.) Karst) a dat rezultate bune, dar au mai fost testate 8 specii de molid, dintre care rezultate cele mai bune au dat: *Picea pungens* Engelm., *Picea glauca* (Moench) Voss, dar numai

pe terenuri relativ fertile. *Larix decidua* Mill., *Larix sibirica* Lebed., *Larix russica* Sabine ex. Trautv., *Larix kurilensis* Mayr. Cresc bine pe terenurile carbonifere.

Alte specii de arbori testate pe haldele de cărbune au fost mesteacănul (*Betula pendula* Roth.), care crește bine. Până în toamna anului 2007, culturile de mesteacăn reprezentau 10% pe teritoriile recultivate. În culturi experimentale de 37 de ani de mesteacăn și pin, mesteacănul depășește pinul în înălțime de până la 6 m. În afară de mesteacăn au fost sădiți specii de *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pubescens* Ehrh., *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L., *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds., *Populus* sp. Cu excepția mesteacănului și arinului, care s-au dezvoltat bine, celelalte specii au suferit și s-au uscat din cauza lipsei de nutrienți în sol și a frigului.

Descompunerea rapidă a frunzelor de mesteacăn și de arin favorizează procesul de formare a solului în halde. Conținutul de azot din frunzele de mesteacăn este de 1,31–2,09%, în frunze de arin – 2,5–3,0% (în ace de pin – 0,7–1,03%) [225].

În Polonia au fost degradate prin exploatări miniere circa 100000 ha şi procesul continuă în ritm rapid. Plantele de cultură testate au fost: ovăzul, grâul, cartoful, porumbul, rapiţa, sfecla, etc. În zonele cu condiţii climatice mai puţin favorabile se practică recultivarea silvică. Au fost testate următoarele specii silvice: *Populus canadensis* Moench, (*grandis, marilandica, robusta*), *Larix decidua* Mill., *Larix polonica* Racib., *Fraxinus americana* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Quercus rubra* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus campestris L., Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Fagus silvatica* L., *Pinus strobus* L., *Picea excelsa* Link [(cit. [58])].

În Germania până în prezent s-a recultivat 60% din întreaga suprafață a terenurilor degradate în urma exploatărilor miniere. Recultivarea agricolă s-a realizat prin: crearea de terenuri arabile, pășuni și fânețe, plantații pomicole și viticole. Cele mai bune rezultate în recultivarea silvică s-au obținut cu *Pinus nigra* J. F. Arnold, *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Hippophaë rhamnoides* L., *Populus tremula* L., *Fagus sylvatica* L., etc. [(cit. [58])].

Fermele de Baobab din Kenya, au transformat o carieră de calcar devastată într-o plantație agro-forestieră productivă din punct de vedere economic [159, [(cit. [158])].

Pentru a reabilita terenurile degradate în urma activităților miniere din Thailanda, Papua Noua Guinee și Republica Dominicană au fost folosite speciile de arbori *Casuarina sp.* Casuarina este un arbore foarte înalt, aproximativ 50 m, de origine australiană, cu creștere foarte rapidă și lemn foarte dur, are capacitatea de a îmbogăți solul cu azot și luptă împotriva eroziunii solului [180, (cit. [158])].

În România, pe haldele din bazinul miner al Jilțului și Motrului pe o suprafață totală de 444 ha cele mai bune rezultate în recultivarea silvică s-au obținut cu *Robinia pseudoacacia L.*, *Hippophaë rhamnoides* L., specii ce se recomandă pentru RE a HS [59]. Pe haldele din bazinul Olteniei au fost organizate experiențe pentru stabilirea speciilor de pomi fructiferi pretabile pe aceste halde. Speciile testate au fost: nuc, măr, prun, cireș, vișin, alun și coacăz negru. Cele mai bune rezultate au fost asigurate de prun, măr și alun [187]. Autorul Ianc I. (1999), arată că dintre speciile pomicole a fi cultivate pe terenurile reamenajate, refertilizate și reintroduse în circuitul productiv pe primul loc se situează prunul altoit pe corcoduș, urmat de măr altoit pe portaltoi viguroși și semiviguroși și cireșul altoit pe franc [83, [(cit. [59])]. După Constandache C. (2006), la împădurirea terenurilor degradate se vor evita monoculturile, urmărindu-se realizarea de culturi de amestec [42].

Conform autoarei Clapa D. (2003), speciile forestiere care s-au dezvoltat foarte bine pe HS de la Căpuș, jud. Cluj, sunt: salcâmul, pinul și molidul [40, [(cit. [59])].

Cercetările lui Oprea V. (2010), evidențiază că speciile: *Ligustrum vulgare L., Cornus sanguinea L., Hippophaë rhamnoides* L. nu sunt pretențioase, dau rezultate bune în ceea ce privește ameliorarea calităților silvoproductive ale solului și reprezintă o soluție bună pentru majoritatea terenurilor degradate [113].

Cercetările conform autorilor Nastea Șt. și colab. (1987), Călinoiu M. (1999), Ianc I. (1999), Becheriţiu M. (2003), Braia M. (2004), Roșculete C. (2005), Mocanu R. și colab. (2007), Dumitru M. și colab. (2002), Dumitru M. și colab. (2017), Cărăbiş A. (2013), Cărăbiş A. și colab. (2013), recomandă recultivarea HS în scop agricol prin aplicarea îngrășămintelor organice și minerale atât la cereale, cât și la culturile furajere, pomicole și viticole [10, 15, 25, 26, 65, 83, 100, 106, 124, 162, 169].

HS cu pH-ul acid, afectează amonificarea și nitrificarea. Procesul de nitrificare este oprit la valori ale pH-ului de 3,7–4, iar valorile optime ale pH-ului sunt 6,5–7,5. Conform autorilor Willson H. și Stewart G. (1955), aplicarea de amendamente cu carbonat de calciu favorizează procesul de nitrificare [192, [(cit. [59])].

Autorii Akala V. și Lal R. (1999), relevă că productivitatea pășunilor depinde de cantitatea de sămânță, proprietățile solului, cantitatea de îngrășăminte aplicate și presiunea pășunatului. La 25 de ani după recultivarea haldelor copertate cu sol fertil producția de biomasă era de 7–8 t/ha pentru speciile: *Andropogon gerardii* Vitman, *Andropogon scoparius* Michx., *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinacea* Schreb., *Panicum virgatum* L., *Phleum pratense* L., *Lotus corniculatus* L. și *Medicago sativa* L., iar la 30 de ani de la recultivarea haldelor necopertate cu sol fertil producția de biomasă era de 5–6 t/ha pentru speciile: *Agrostis gigantea* Roth, *Dactylis*

glomerata L., *Festuca elatior* L., *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* L., *Trifolium pratense* L. și *Trifolium repens* L. [152, [(cit. [59])].

Conform autoarei Cărăbiș A. (2013), fertilizarea organo-minerală a HS necopertată cu sol fertil a condus la creşteri foarte mari ale producţiei de porumb, floarea soarelui şi mazăre, dar mai bune rezultate se obţin prin aplicarea împreună a îngrăşămintelor organice şi minerale, astfel, aplicarea gunoiului de grajd împreună cu îngrăşămintele minerale a asigurat un spor de producţie de 227% faţă de nefertilizat, de 169% faţă de fertilizarea minerală, iar aplicarea compostului împreună cu îngrăşămintele minerale a oferit un spor de 142% faţă de fertilizarea numai cu compost [26].

Dorneanu A. și colab. (2002), recomandă fertilizarea HS și a terenurilor degradate cu îngrășăminte organo-minerale. Sporurile de producție obținute cu îngrășămintele organo-minerale au fost mai mari decât cele obținute cu îngrășăminte minerale clasice, cu 13,5%–18% la porumb pe sol nisipos, cu 8,8%–10,4% la porumb, la cartof sporurile au fost de 11,4%–18,6%, iar la sfecla de zahăr de 9,7%–11,3% [62].

Pe suprafața orizontală a haldei de cenușă Mal Drept Mureş, România s-au plantat: *Plantago lanceolata* L. (pătlagină), *Leonorus cardiaca* L. (talpa gâștei), *Urtica dioica* L. (urzica), *Chelidonium majus* L. (rostopască), *Achillea millefolium* L. (coada șoarecelui), *Salvia officinalis* L. (salvie), *Helianthus tuberosus* L. (topinambur), *Rubus idaeus* L. (zmeură), *Rubus hirtus* Waldst. Et Kit. (mur) și *Medicago sativa* L. (lucernă). Secțiunea pilot a fost împărțită în două *parcele* egale *A* și *B*. Pe *parcela A* s-a aplicat îngrășământ organic (mraniță – îngrășământ agricol natural provenit din gunoi de grajd bine fermentat sau din resturi vegetale (în special frunze) descompuse) și nisip, iar pe *parcela B* s-a aplicat îngrășământ organic, nisip și azotat de amoniu. După plantare suprafețele au fost udate. Rezultatele au fost următoarele: dintre acele 10 specii plantate: pătlagina, talpa gâștei, urzica, rostopasca, coada șoarecelui, salvia, topinamburul, zmeura, murul și lucerna pe parcela unde a fost îmbogățită cu îngrășăminte organice și anorganice s-a dezvoltat bine speciile de *Helianthus tuberosus* L. (topinambur), *Chelidonium majus* L. (rostopască), *Plantago lanceolata* L. (pătlagină) și *Medicago sativa* L. (lucernă). Pe suprafața îmbogățită doar cu îngrășăminte organice plantele nu s-au dezvoltat.

Experimentările realizate pe HS, de cenuşă aparţinând complexului energetic Rovinari, se poate concluziona că, se pot obţine plantaţii de plante energetice: porumb, floarea soarelui, sorg zaharat, mazăre furajera, utilizând tehnologii de cultivare adecvate și aplicând doze de îngrășăminte organice (gunoi de grajd) şi chimice corespunzătoare, etc. Sporurile de producție au fost distinct semnificative față de martor. S-au ales aceste plante, deoarece aceste culturi nu au cerințe deosebite față de condițiile pedo-climatice, sunt rezistente la secetă, îmbogățesc solul cu

azot. Tot în cadrul experiențelor de la Rovinari, s-a efectuat recultivarea silvică, s-au plantat specii forestiere: pinul, frasinul, stejarul și pomicole. Bine s-a dezvoltat și a rezistat pinul, celelalte specii au dispărut după 3–5 ani. Pinul este recomandat de plantat pe soluri acide și sărace în elemente nutritive. Dintre speciile pomicole au fost cultivate mărul și prunul, care au rezistat foarte bine, dar din cercetările efectuate cu aceste specii, nu se recomandă cultivarea lor, din cauza spulberării cenușii fructele nu au aspect comercial și gustul lor este afectat. Alegerea speciilor trebuie să se ţină cont de trei categorii de factori: economici (speciile care au cea mai mare căutare pe piaţă, cu cerere constantă şi valoare mare), ecologici (pretabilitatea speciilor pentru un anumit substrat şi pentru anumite condiţii climatice) şi tehnici (metode indirecte de lucrare a solului, desecări, irigaţii, amendamente, îngrăşăminte, etc.).

Experimentările în câmp și laborator au arătat că speciile ce pot fi cultivate pe HS și reprezentă o sursă de energie sunt: *Robinia pseudoacacia* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippophaë rhamnoides* L., *Miscanthus* și *Phalaris.*

Robinia pseudoacacia L. (salcâmul) *este un* arbore de mărimea I, în condiţii favorabile atinge înălţimea de până la 25–30 m (35 m) şi grosimea de 80–100 cm. Este un excelent combustibil. Longevitatea depăşeşte 100 de ani.

Elaeagnus angustifolia L. (sălcioara) arbust până la 7 m înălţime. Specie exotică, aptă pentru fixarea terenurilor nestabilite, îmbogăţeşte solul în azot, datorită nitrobacteriilor fixatoare. Rezistă la fum și gaze industriale.

Hippophaë rhamnoides L. (cătina albă) este un arbust puternic ramificat, cu rădăcini de suprafaţă foarte dezvoltate, înalt de 3–5 m, creşte extrem de repede, ajungând la deplina maturitate în cel mult 8 ani, este bogată în principii bioactive depozitate în frunze şi fructe. Reprezintă un combustibil valoros prin puterea calorică superioară şi arderea completă, aproape fără fum. Reprezintă un mijloc rapid de refacerea habitatelor naturale pentru majoritatea păsărilor şi animalelor mici.

Miscanthus (iarba elefantului) aparţine familiei graminee, originară din Asia de sud-est şi cunoscută sub numele popular de iarba elefanţilor. În Europa a fost cultivată iniţial (1983) ca specie ornamentală. Un hibrid nefertil dintre *M. sinensis* şi *M. sacchariflorus,* numit *Miscanthus x giganteus* este folosit la etapa actuală (primele încercări au fost făcute în Danemarca în anul 1983, apoi în Germania în anul 1987). Suprafaţa cultivată cu Miscanthus în Europa este în continuă creştere. Are calităţi ecologice înalte (fixare rapidă şi în profunzime a solului, creştere rapidă etc.), specia poate produce cantităţi apreciabile de biomasă, utilizabilă în scopuri energetice [58]. *Miscanthus* crește fără îngrășăminte sau cu adaos redus (în timpul iernii toate frunzele cad și acționează ca un îngrășământ natural), este excelent pentru captarea de CO_2 din

atmosferă și pentru regenerarea/stabilizarea solului. Se recoltează din anul al doilea, având o producție de 7 t/ha, din anul al treilea generează aproximativ 20 de tone de biomasă uscată/hectar. Această plantă a fost utilizată în recuperarea unor terenuri contaminate (Copșa Mică) și stabilizarea depozitelor de zgură și cenușă (Rovinari) [67]. Pe haldele de la Rovinari în anul 2011 a fost plantat 1 ha cu Miscanthus. Chiar din primele observații s-a constatat că această cultură realizează o fixare foarte bună a terenului. La 3 săptămâni de plantare, reușita culturilor a fost foarte bună, aceeași situație s-a constatat și la 3 luni de la efectuarea plantării. Miscanthusul pe lângă faptul că stabilizează rapid și bine terenurile, va putea fi utilizată și la ardere, datorită calităților energetice deosebite pe care le posedă [58].

Phalaroides arundinacea (L.) Rauschert (ierbăluță) este o specie ierboasă perenă. Tulpina poate să ajungă la 2,5 m înălţime. Rezistă la temperaturile scăzute, la înghețurile târzii și la excesul de umiditate din sol. Conform ultimelor cercetări efectuate în Marea Britanie, specia creşte foarte bine pe solurile sărace şi pe cele contaminate industrial, fiind o specie ideală pentru fitoremedierea şi îmbunătățirea calităţii şi a biodiversităţii solului. Dezavantajul acestei plante este că un număr mic de specii de animale o consumă și creează un mediu nefavorabil pentru mamifere, și în perioada înfloririi produce o cantitate mare de polen atât de aspru, care poate produce alergii grave [58].

Halda cu textură de loess, de la o exploataţie de cărbune brun la zi din zona de silvostepă, (Jurkov, Ucraina), s-a efectuat recultivarea de 3 ani cu *Alnus glutinosa* (L) Gaertn. (arin negru) + *Pinus sylvestris* L. (pin silvestru) [199, (cit. [87, 93])].

În plantație mixtă, arinul a stimulat creșterea pinului. Recultivarea cu *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm) de 4 ani sau *Pinus sylvestris* L. (pin silvestru) de 9 ani [217, (cit. [87])], conținutul de humus și de N total au crescut [217, (cit. [87, 93])]. Recultivarea cu arbori si arbuști: *Pinus sylvestris* L. (pin silvestru) de 14 ani, *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm), *Tamarix ramosissima* Ledeb. (cătina roșie) sau *Alnus glutinosa* (L) Gaertn. (arin negru) de 9 ani, haldele au devenit soluri primitive, având un strat de humus, un conținut de N și un potențial enzimatic ridicat [217, (cit. [87, 93])].

În 1970 la mina de cărbune din Kizelovsc a fost pusă în aplicare recultivarea biologică accelerată [220, 221, 222 (cit. [243])] care include:

- ✓ aplicarea pe suprafața haldei a deșeurilor menajere cu nămol de la stația de epurare, care conține azot, fosfor și caliu necesare pentru inițierea dezvoltării microbiocenozei ca urmare a activității lor au efect stimulativ asupra creșterii și dezvoltării plantelor superioare;
- ✓ introducerea unui preparat humic derivat din utilizarea deșeurilor de cărbune și organismelor microscopice;

- ✓ însămânțarea unui amestec de plante perene: târsacă inermă, trifoiul alb și galben.

Alegerea acestor plante se datorează următorilor factori: *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub (târsacă inermă) este caracterizat de o rezistență bioecologică ridicată, are un sistem puternic de rădăcini, reține bine apa și este rezistentă la îngheț. *Trifolium sp.* contribuie la acumularea azotului în sol. Această recultivare accelerată a dat un rezultat pozitiv: pH-ul a crescut de la 2–3 la 7, greutatea biomasei uscate pe halde a fost de 195,4 centnere la ha.

Introducerea pe scară largă în practică a acestei metode va permite creșterea fertilității solului, într-un timp mai scurt pentru a crea biogeocenoză durabilă pe HS fără a acoperi cu strat de sol fertil.

Potrivit lui Гогатишвили А. (1969), în Georgia, datorită dezvoltării plantelor multianuale timp de 8 ani, conținutul de humus din stratul de sol a crescut la 4% [205] (cit. [243])].

În SUA recultivarea silvică se efectuează în trei etape, adică în crearea a 3 grupe de plantații: pionier (salcâm alb, arin negru), intermediar (platan, plop), final (stejar, frasin, nuc).

Cultivarea acestor trei grupe într-o singură plantație se justifică prin speciile care îmbogățesc solul cu azot, specii care cresc destul de rapid și specii forestiere principale. Treptat aceste specii sunt tăiate arinul și salcâmul după 16–18 ani, speciile cu creștere rapidă după 25–30 de ani, restul speciilor principale sunt utilizate după 45–60 de ani [184].

Viteza procesului de formare a fitocenozelor depinde de distribuția haldelor în diferite zone fiziografice și varietatea condițiilor edafice. Pe exemplul bazinului carbonifer al Moscovei, Моторина Л., identifică trei etape principale de succesiune a plantelor:

- ✓ primii 5–6 ani – acoperire mozaică cu vegetație ierboasă, plante nepretențioase din flora ruderală (familia Asteraceae, Chenopodiaceae, Polygonaceae).
- ✓ de la 5–6 până la 10–12 ani – asociații complexe, specii multianuale, etajarea speciilor.
- ✓ peste 10–12 ani există o diferențiere ecologică a compoziției speciilor, a fitocenozelor, creșterea și dezvoltarea arborilor și a arbuștilor [215].

Pe haldele de cenușă cu acoperire organică din Uralul de Mijloc inventarierea culturilor a arătat că, din ierburile semănate, reprezentanții familiei Poaceae au cea mai mare rezistență: *Bromus inermis* (Leys.) Holub, *Dactylis glomerata* L., Festuca pratensis Huds., *F.rubra* L., *Phleum pratense* L., *Roegneria fibrosa* (*Agropyron sp.)* din leguminoase: *Medicago media* Pers., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. Pe haldele de cenușă din Uralul de Sud cele mai bune rezultate au dat culturile *Medicago media* Pers., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC.

Conform autorilor Spârchez et al., în RE a HS rezultate din exploatări miniere de suprafață din nord-vestul Podișului Getic s-a analizat că conținutul de humus și azot în haldele recent constituite este foarte redus, datorită lipsei materiei organice. La haldele împădurite cu salcâm cu

10–15 ani în urmă se constată o declanșare a procesului de bioacumulare și humificare, creșterea conținutului de azot, datorită descompunerii rapide a litierei și scăderea pH-lui, datorită levigării carbonaților și prezenței acizilor fulvici rezultați în urma humificării litierei [131].

Potrivit autorului Chisăliță I. (2001), HS de la Moldova Nouă, ce conțin aproximativ 30 mln. m^3 de steril nisipos ocupă o suprafață de 130 ha. În prezent halda este acoperită cu vegetație forestieră: *Syringa vulgaris* L.(liliac), *Hippophaë rhamnoides* L. (cătina albă), *Gleditsia triacanthos* L. (glădița), *Juglans regia* L. (nucul), *Quercus rubra* L. (stejar roșu), *Prunus cerasifera* Ehrh (corcuduș), *Eleagnus angustifolia* L. (sălcioara), *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm). Astfel s-a declanșat un proces de biocenozare. Solul haldei se transformă treptat sub influența vegetației într-un sol forestier. Plantațiile forestiere din HS de la Moldova Nouă reprezintă o pădure periurbană reală și are rolul de protecție ecologică împotriva eroziunii eoliene [36, (cit. [58, 59, 163])].

În Munţii Călimani şi anume pe halda situată la obârşia Pârâului Dumitrelul s-a instalat, în septembrie 1999 o plantaţie experimentală cu zâmbru (*Pinus cembra* L.) şi jneapăn (*Pinus mugo* Turra) cu puieţi în vârstă de patru ani. Au fost utilizate următoarele variante de plantare:

- ✓ varianta V1: puiet cu balotul scos din punga de plastic (20×18×18 cm), plantat în groapă, de aceeaşi mărime cu balotul, săpată în substratul de steril al haldei fără a se folosi pământ de ţelină fertil;
- ✓ varianta V2: puiet cu balotul scos din punga de plastic, plantat în groapă în formă de prismă dreptunghiulară cu dimensiunile de 50×50×40 cm umplută cu pământ fertil de ţelină adus dintr-o poiană de pe Valea Neagra Şarului;
- ✓ varianta M, adică martor a fost reprezentată de puieţi cu rădăcina nudă plantaţi direct în substratul haldei, în groapă de 30×30×30 cm.

În toamna anului 2012, adică la vârsta de 13 ani de la plantare, au dat următoarele rezultate: V2 a avut cele mai performante creşteri şi reuşite la plantare, atât la zâmbru cât şi la jneapăn, respectiva metodă se recomandă cu prioritate, pentru împădurirea teraselor haldelor situate în jurul masivului Negoiul Românesc din Munţii Călimani.

Deşi a înregistrat performanţe de creştere inferioare variantei V2, varianta V1 este, de asemenea, recomandabilă la plantatul haldelor în aceeaşi măsură ca şi varianta V2. Varianta V1 este mai puţin costisitoare şi în plus se pretează mult mai bine la plantatul în pantă al haldelor.

Toţi puieţii martor de zâmbru şi jneapăn plantaţi cu rădăcina nudă direct în substratul de steril al haldei s-au uscat, demonstrează că respectiva variantă de plantare este inutilizabilă pe haldele din Munţii Călimani.

Zâmbrul și jneapănul, sunt specii cu o mare rezistenţă la climatul montan excesiv, însă stresul provocat de seceta din timpul sezonului de vegetaţie, seceta fiziologică din timpul iernii, animalele domestice şi cervidele a avut o contribuţie majoră la pagubele înregistrate [12].

Studiile efectuate de către Dincă L. (2002), arată că:

- ✓ pe HS de la Petroşani, reuşita bună prin butăşire a demonstrat cătina albă, atât din punct de vedere economic, cât și ecologic;
- ✓ pe HS Cătărama de la OS Borșa, cel mai bine s-a comportat jneapănul, iar cel mai slab pinul;
- ✓ pe HS Roşia din OS Peşteana, salcâmul s-a comportat foarte bine;
- ✓ pe HS brut de la OS Anina, rezultate bune au dat molidul și pinul silvestru, iar paltinul, salcia căprească, mesteacănul, plopul tremurător, laricea s-au instalat pe cale naturală;
- ✓ pe HS de la Deva rezultate bune au dat plopul euramerican, arinul negru, salcâmul, pinul silvestru și cătina albă;
- ✓ pe HS de la Certej rezultate bune au dat arinul, salcâmul și pinul;
- ✓ instalarea pe cale naturală a molidului pe HS din OS Dragomireşti evită cheltuielile care s-ar face cu plantarea lui;
- ✓ pentru împădurirea HS din OS Baia Sprie, mesteacănul, plantat în recipiente a reprezentat o soluţie foarte bună;
- ✓ pe HS din OS Tăuţi Măgherăuş, molidul, pinul silvestru şi pinul negru au avut rezultate bune;
- ✓ arinul alb a reprezentat o soluţie bună pentru plantarea HS din OS Ceahlău, Crucea precum şi ale acelora din zona Vatra Dornei;
- ✓ pe HS brut Corneşti din OS Cluj au fost încercate mai multe specii: salcâmul care a avut o comportare bună, reuşind să acopere bine solul, să oprească definitiv eroziunea în adâncime, realizând la 15 ani un volum de 89,2 m^3/ha, diametrul mediu de 8,8 cm, înălţimea medie de 9,6 m, numărul de arbori la hectar de 2607 şi o creştere medie/an/ha de 3,76 m^3; rezultate bune a dat şi pinul silvestru cu un volum la ha de 111,4 m^3, diametrul şi înălţimea medie de 10,7 cm şi respectiv 8,0 m, cu un număr de 2805 arbori la hectar şi cu creşterea de 6,96 m^3/an/ha; frasinul şi aninul, introduşi în microstaţiuni cu exces de apă şi plantaţi la schema 1/1 m, au realizat înălţimea medie de 12 m, iar diametrul mediu de 8,8 cm, respectiv 12,2 cm; pinul negru, sălcioara şi cătina au avut o dezvoltare destul de slabă [57, 58, (cit. [12])].

1.5. Concluzii la capitolul 1

1. Afectarea gravă la nivel național și internațional a calității mediului datorită exploatărilor miniere la zi, impune comunitatea științifică de a efectua studii privind conservarea diversității vegetale și animale, solului, apei, aerului.
2. Conform datelor din literatură cele mai agresive forme de degradare a solului este degradarea datorită exploatărilor miniere la zi, care decurge de 1,4–1,7 ori mai repede decât celelalte ramuri industriale.
3. Reieșind din literatura de specialitate conchidem, că cea mai economică şi acceptabilă metodă din punct de vedere ecologic pentru stabilizarea, remedierea, reabilitarea, reducerea poluării este acoperirea cu vegetație a terenurilor degradate antropic și reintegrarea lor în circuitul economic și agricol.
4. În baza analizei surselor bibliografice relevante la tema tezei putem constata că până în prezent în RM nu s-au efectuat cercetări privind restabilirea ecosistemelor degradate în urma activităților miniere prin reconstrucție ecologică silvică.

2. MATERIALE ŞI METODE DE CERCETARE

Pentru realizarea lucrării și a scopului propus au fost utilizate rezultatele investigaţiilor ştiinţifice personale efectuate pe parcursul anilor 2013–2019 în laboratorul „Ecourbanistică” al IEG. Unele cercetări în teren și laborator au fost efectuate cu sprijinul și îndrumările colegilor din laboratorul „Ecourbanistică” și Direcția Monitoring al Calității Mediului din cadrul SHS, cărora le sunt recunoscătoare și le aduc mulţumiri deosebite.

2.1. Schema amplasării obiectului de studiu și condițiile fizico-geografice

În calitate de obiect de studiu a servit cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. (figura 2.1), care este o companie specializată în industria materialelor de construcție.

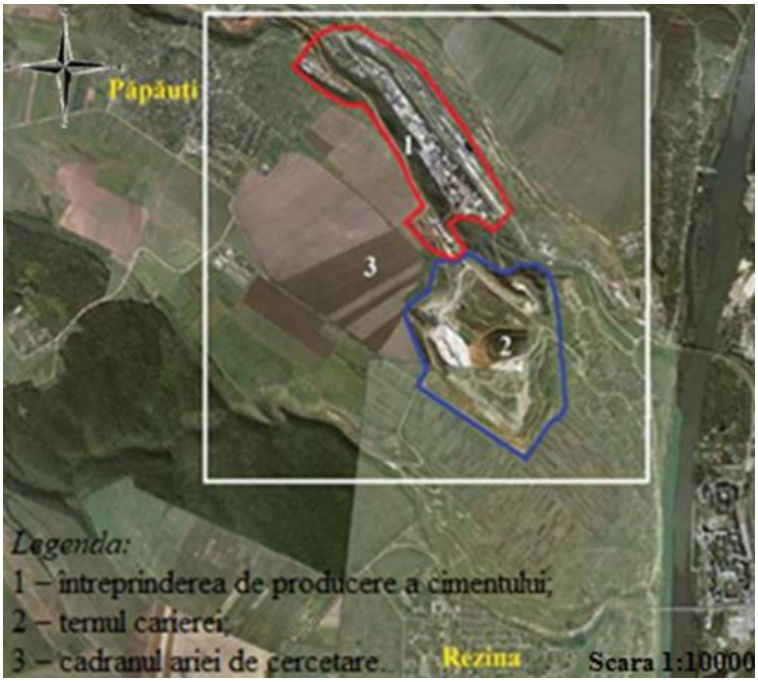


Fig. 2.1. Planul actual al amplasării carierei de calcar „Lafarge Ciment”(Moldova) S.A. [148]

Principalele direcții de activitate ale companiei sunt extragerea zăcămintelor minerale, producerea și comercializarea cimentului. Lafarge deține estimativ o cotă de 60% din piața moldovenească a cimentului. În anul 2010 compania a produs 520 mii tone de ciment, utilizând 40% din capacitățile întreprinderii.

Terenul uzinei „Lafarge Ciment” este situat în hotarele administrativ-teritoriale ale or. Rezina. Uzina este situată la nordul RM, distanță de 100 km față de or. Chișinău, 7 km față de or. Rezina. Platforma industrială a uzinei de ciment este amplasată în valea r. Ciorna, la altitudinea de 50 m, mărginit la nord-est și la sud-vest de dealuri cu înălțimea de 100–150 m și povârnișuri de 40°. Această uzină este amplasată pe Podişul Nistrului, care aparţine regiunii geomorfologice denumită Platoul Moldovenesc, caracteristic prin prezenţa dealurilor înalte şi colinelor ale căror culmi coboară domol, spre sud, sud-est, după cursurile de apă, care le fragmentează şi le desparte în văi largi, sau, mai rar, în pante repezi, pe porţiuni ale aceloraşi cursuri de apă şi de pe coastele Nistrului. Suprafața totală a carierei în exploatare este de cca 214 ha. Materia primă este reprezentată de calcare cu un conținut de CaO de 44–45% și de argile pretabile la fabricarea

cimentului. Grosimea stratului de argile variază între 6 și 27 m, iar a celui de calcare este de 35–42 m [98].

Relieful rn. Rezina dispune de resursele minerale de pietriș, nisip, lut, piatră şi materie primă pentru fabricarea cimentului. Pe solul scund creşte o vegetaţie petrofită caracteristică pentru pantele calcaroase. Stâncile abrupte şi defileurile cu peşteri şi grote prezintă un interes deosebit pentru turişti [133].

Teritoriul Rezinei face parte din podişul de nord al RM cu o climă caldă, temperată, influenţată de clima Carpaţilor estici şi a Câmpiei Ucrainene. Observaţii climatice pe teritoriul raionului au fost efectuate de staţiunile meteorologice Cucuruzeni ([143, 233, 234, 235]. Conform calculelor, temperatura medie vara – maximă +40°C/minimă +10°C/ medie +20°C; temperatura medie iarna – maximă +10°C/minimă –30°C/ medie +5°C; umiditatea relativă – 75–90%; continuitatea perioadei fără îngheţuri – 180 de zile; precipitațiile medii anuale – maximum 600 mm/an, minimum 400 mm/an, medie 531 mm/an; viteza vântului: maximum 30 m/s, minimum 1 m/s, medie 4,3 m/s. Conform datelor din Atlasul resurselor climatice ale RM temperatura medie anuală a aerului în rn. Rezina înregistrează 9–9,5°C, iar precipitațiile medii anuale 500–550 mm/an [107]. În prezent clima din această zonă a Nistrului a devenit mai călduroasă decât în secolul trecut. Faptul se explică, după cum se ştie, prin schimbările climatice în Europa de Vest şi de Est, schimbarea temperaturii fiind determinată de diferiţi factori naturali şi umani. Schimbările climatice din RM se încadrează în tendința globală de încălzire și includ evoluția principalilor parametri climatici: temperatură, precipitații, regimul vânturilor etc. [108].

Conform regionării pedogeografice a RM, învelişul de sol al zonei cercetate până la exploatare, este aşezată în raionul nr. 5 al cernoziomurilor levigate, argiloiluviale şi solurilor cenuşii ale silvostepei dealurilor Rezinei [143].

Teritoriul raionului aparţine zonei de silvostepă [194], însă unii autori atribuie raionul ,,districtului dumbrăvilor cu carpen” [204] sau ,,districtului pădurilor de gorun cu carpen” [120].

Suprafaţa totală a fondului forestier Rezina constituie 103,67 ha, dispersate neuniform pe teritoriul intravilanului şi extravilanului or. Rezina. Fondul forestier este reprezentat de cvercinee (stejar) – 25%, salcâmi – 32%, frasin – 8%, ulm – 9%, cărpiniş – 6%, tei – 5%, răşinoase – 2%, diverse tari – 12%, diverse moi 1%. Starea actuală a fondului forestier este satisfăcătoare, lucrările silvice permanent se efectuează în conformitate cu amenajamentul silvic elaborat de către ICAS Chişinău [133].

Schema generală a reţelei hidrografice a fl. Nistru are forma unei pene de pasăre cu artera principală – fl. Nistru – bine exprimată şi care primeşte de pe ambele maluri o mulţime de afluenţi mici. Lipsa afluenţilor mari este principala trăsătură distinctivă a reţelei hidrografice a fl.

Nistru. În bazinul fl. Nistru există 16890 râuri cu o lungime totală de 42751 km. Predomină râuleţele cu o lungime de până la 10 km (16294 râuri cu o lungime totală de 26164 km); 449 râuri cu lungimea de 10–25 km, 86 râuri cu lungimea de 26–50 km; 45 râuri cu lungimea de 51–100 km, 15 râuri cu lungimea 101–300 km şi doar râul principal are mai mult de 1000 km [147].

Râul Ciorna îşi începe curgerea de la izvoarele din apropierea s. Cuşelăuca, la nord-vest de acesta, la graniţa dintre rn. Floreşti şi Şoldăneşti. Izvorul acestuia este situat la o altitudine de 240 m deasupra nivelului mării. Râul este afluentul de dreapta al fl. Nistru, iar estuarul lui este situat în partea de nord a or. Rezina, lângă s. Ciorna. Lungimea râului este de 42 de km, suprafaţa bazinului 294 km². Ciorna curge prin or. Şoldăneşti, s. Parcani, s. Glinjeni din raionul Şoldăneşti şi s. Mateuţi şi s. Ciorna din rn. Rezina. Are câţiva afluenţi mici de stânga, cel mai mare dintre care are o lungime de 18 km. Toţi afluenţii nu au vreo denumire. Pe râu a fost creat un lac mare de acumulare, cu o capacitate de 1,5 mii m^3 de apă, cu o suprafaţă de 50 de hectare. În bazinul râului există mai multe lacuri artificiale [35].

2.2. Metode de cercetare în teren

Cercetările la tema de față s-au efectuat în cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. or. Rezina pe HS rezultate în urma exploatărilor miniere de suprafață. Haldă reprezintă locul unde se depozitează stratul de steril și deșeurile inutilizabile provenite din lucrările miniere.

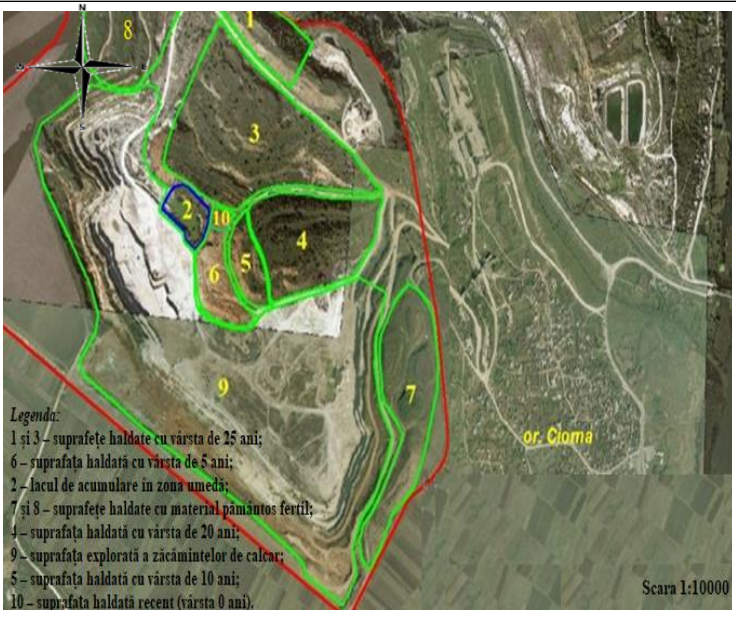


Fig. 2.2. Schema amplasării carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. pe sectoare [148]

Studiile au fost efectuate în teren primăvara devreme, vara și toamna. Pe teritoriul carierei sunt HS cu vârsta de 25, 20, 10 și 5 ani. Halda de 25 ani are suprafața de 24 ha, halda de 20 ani – 8 ha, halda de 10 ani – 6 ha, halda de 5 ani – 10 ha și halda de 0 ani, proaspăt depozitată de 0,12 ha. Aceste halde însumează o suprafață totală de 48,12 ha (figura 2.2).

În cadrul carierei au fost efectuate următoarele cercetări:

Evaluarea stării *diversităţii floristice* în condiţii de teren a fost realizată prin metoda transectelor lineare, care constă în notarea succesiunii fitoindivizilor de-a lungul unei linii sau a unei bande, a cărei lungime se stabileşte în funcţie de tipul de vegetaţie studiat [46].

Pe teren a fost studiată abundenţa, prezentată de numărul de indivizi de o anumită specie, aflaţi în eşantioanele prelucrate dintr-o biocenoză, raportat la unitatea de suprafaţă, care a fost calculată după formula [55]:

$$\mathbf{A = n/N \times 100}, \quad (2.1)$$

în care:

n – numărul de indivizi de o anumită specie;

N – numărul de indivizi de alte specii constatate în probele recoltate.

Pentru caracterizarea abundenței speciilor studiate a fost utilizată următoarea clasificare: 0 – specie absentă, 1 – specie rară, 2 – specie frecventă, 3 – specie abundentă şi 4 – specie foarte abundentă [55].

În studiul nostru am utilizat clasificarea biomorfelor după Braun–Blanquet. *Biomorfele* reprezintă categorii de plante, care aparțin la diferite unități taxonomice și pe parcursul evoluției au căpătat o serie de particularități morfo-anatomo-fiziologice asemănătoare, formate în rezultatul convergenței determinate de interacțiunile reciproce cu factorii mediului ambiant specifici ecotopului în care s-au format. Raunkiaer C. (1905) elaborează un criteriu de clasificare conform modului în care plantele își protejează mugurii vegetativi pentru regenerare pe parcursul perioadei nefavorabile proceselor vitale. Astfel, el distinge 5 categorii de biomorfe: fanerofite, camefite, hemicriptofite, criptofite (cu două subdiviziuni: anuale și bianuale). Mai târziu, J. Braun Blanquet suplimentează talofitele (planctofite, eolatofite, endofite), precum și cormofitele fixate pe arbori (epifite). Acest sistem se numește Raunkiaer–Braun–Blanquet [46].

Caracteristica categoriilor:

Fanerofite (Phanerophyta, Ph) – includ speciile lemnoase ce au muguri hibernali situați la peste 25–30 cm de la sol, fiind protejate de calofite. În funcție de înălțimea la care se află acești muguri se disting:

- ✓ Megafanerofite (Ph sau MM) cu înălțimea mai mare de 15 m;
- ✓ Microfanerofite (Phm sau M) cu înălțimea între 2 și 15 m;
- ✓ Nanofanerofite (Phn sau N) cu mugurii situați între 30 cm și 2 m;
- ✓ Liane (Phl sau L);
- ✓ Camefitele (Chamaephyta, Ch) includ subarbuști și unele specii ierboase, ale căror muguri hibernali sunt situați până la 20–30 cm. Această grupă include atât o serie de specii cormofite, mușchi frunzoși (Bryochamaephyta), cât și specii de licheni fruticuloși (Lichenochamaephyta).
- ✓ Hemicriptofite (Hemicriptophyta, H), sunt specii ierboase perene cu mugurii hibernali situați la nivelul solului;

✓ Geofitele (Geophyta, G) includ specii cormofite ale căror muguri regenerativi se află protejați în sol. Aici sunt incluse specii care posedă tulpini subterane metamorfozate (cu rizomi, bulbi, tuberculi);

✓ Terofitele (Therophyta, T) sunt speciile care trec perioada nefavorabilă sub formă de semințe sau spori. Ele sunt subdivizate în anuale (Th) și bianuale (TH);

✓ Epifitele (Epiphyta, Ep) cormofite care trăiesc pe alte plante pe care le folosesc drept suport.

Pentru evaluarea stării *diversităţii faunei* în teren s-a utilizat metoda traseelor (fâşiilor) şi metoda estimării în puncte (metoda punctelor fixe). În primul caz se va parcurge un anumit traseu, bine determinat, înregistrându-se toate speciile văzute sau auzite în dreapta şi în stânga traseului parcurs. Metoda prevede identificarea pe teren a tuturor elementelor de faună în cadrul carierei „Lafarge Ciment". În al doilea caz, observatorul va sta într-un loc (punct, staţie) de unde urmăreşte şi înregistrează într-un interval de timp, toate speciile văzute sau auzite. Toate observaţiile au fost înregistrate pe teren în fişe de observaţii. Pentru demonstrarea speciilor stabilite au fost utilizate metode digitale de fotografiere [11, 85]. Pentru analiza *solului* probele au fost recoltate cu ajutorul burghiului la o adâncime de 0–20 cm. Probele au fost prelevate uniform pe întreg teritoriul haldei din trei zone (începutul haldei, mijlocul haldei și sfârșitul haldei), care au cuprins întreg teritoriul haldei. Aceste probe au fost prelevate după metoda „plicului" cu laturile de 5 m. O probă medie a fost obținută prin amestecul a 5 probe separate de același volum și puse în pungi de plastic închise etanș. Recoltarea probelor de sol a fost efectuată în cantități suficient de mari pentru a asigura efectuarea tuturor analizelor, eventualelor repetări şi depozitare. Astfel, probele au fost transportate în laborator, s-au lăsat să se usuce la aer într-o cameră bine ventilată și aerisită, s-au înlăturat resturile vegetale (rădăcini, ierburi, frunze) şi impurităţile (cioburi, aşchii, pietricele), apoi s-a efectuat mărunţirea în creuzete de porțelan, cernerea (sită – 0,1 mm) şi conservarea lor pentru efectuarea ulterioară a analizelor fizico-chimice.

Cercetarea pedologică pe teren, în vederea stabilirii tipurilor de sol şi a proprietăților acestora, se realizează cu ajutorul profilelor de sol. Profilul de sol, reprezintă o secţiune verticală în scoarţa terestră, de la suprafaţă până la roca parentală, în care se poate observa orizonturi genetice de formare a solurilor, care se deosebesc prin anumite proprietăţi.

Profilul de sol este reprezentat printr-o groapă de formă dreptunghiulară, cu lungimea de 1,5–2,0 m, lățimea de 0,8–1,0 m şi adâncimea până la materialul parental sau roca de solificare (1,5–2,0 m). Executarea profilului se face prin săpare, pământul rezultat depunându-se pe laturile lungi, la dreapta şi la stânga direcției de lucru. Proprietățile morfologice care se determină în

timpul citirii unui profil de sol sunt: numărul şi succesiunea orizonturilor, grosimea, culoarea, textura, structura, porozitatea, compactitatea, neoformațiunile şi incluziunile orizonturilor, starea de umiditate a solului [150].

Pentru analiza *apei* probele s-au prelevat din mai multe puncte a lacului. Apa a fost colectată în vase de masă plastică sau sticlă. Una din condiţiile principale a colectării probei de apă a fost curăţenia vasului, acestea fiind spălate cu apă distilată, iar înainte de a lua proba, vasele s-au clătit de 2–3 ori cu apă colectată pentru analiză, după care se efectuează colectarea probei. Volumul apei nu a depăşit 2/3 din volumul vasului. Proba de apă a fost colectată din tot stratul de apă, pe verticală. Proba colectată a fost ambalată ermetic cu înscrierea indicativelor probei şi ferită de lumina solară.

Pentru toate probele de apă, sol, biotă, colectate în teren, au fost efectuate procedurile de împachetare cu indicarea caracteristicilor specifice (locul colectării, specia, altitudinea, expoziţia, gazda, abundenţa, volumul, data și familia cercetătorului).

Reconstrucția ecologică, ce ține de *recultivarea silvică* s-a efectuat după ghidul tehnic privind împădurirea terenurilor degradate [76] și literatura de specialitate. La crearea culturilor silvice pe terenurile degradate s-au realizat următoarele forme de amestecuri: amestecuri grupate, amestecuri mixte și amestecuri în rânduri. Metoda de *recultivare silvică* a haldei de steril recent depozitată a fost elaborată în cadrul lucrării prezente.

În primăvara anului 2017 pe halda proaspăt depozitată cu material pământos (suprafața de 0,12 ha), au fost instalate culturi forestiere comparative. Pregătirea terenului şi a solului au inclus un ansamblu de lucrări constând din succesiunea următoarelor operaţii tehnice: nivelarea terenului, mărunţirea materialului pământos şi săparea gropilor cu dimensiuni de 30×30×30 cm. Plantarea în gropi s-a executat primăvara (23 martie) cu puieţi de talie mică (de un an). Solul mai bogat rezultat din săparea gropilor a fost folosit pentru acoperirea rădăcinilor puieţilor, iar cel rămas a fost așezat în jurul puieților pentru a menţine apa din precipitaţii. Plantarea a fost efectuată conform următoarei scheme: pe teren s-au marcat 5 parcele (fiecare fiind reprezentată de câte o variantă de cercetare) cu dimensiuni de 15×15 m. În cuprinsul fiecărei parcele au fost plantate 10 rânduri de puieţi. A fost aplicată distanța dintre rândurile de puieţi de 1,5 m, iar dintre puieţi pe rând de 1,0 m. Doar pentru parcela patru distanţa dintre rândurile de puieţi a fost mărită până la 2,0 m.

În experiment, în funcţie de modul de asociere a speciilor lemnoase, au fost prevăzute cinci variante experimentale, notate cu cifre romane. Varianta I este reprezentată de specia principală salcâm (*Robinia pseudoacacia* L.) în asociere cu sălcioară (*Elaeagnus argentea* Pursh.); varianta a II-a este, de asemenea, reprezentată de specia principală salcâm în asociere cu lemn câinesc

(*Ligustrum vulgare* L.) şi cătina albă (*Hippophaë rhamnoides* L.); varianta a III-a – reprezentată de specia principală pin negru (*Pinus nigra* J. F. Arnold) în asociere cu specia de amestec ulm de munte (*Ulmus glabra* L.), lemn câinesc şi scumpie (*Cotinus coggygria* Scop.); varianta a IV-a – reprezentată de specia principală frasin comun (*Fraxinus excelsior* L.) în asociere cu specia de amestec paltin de munte (*Acer pseudoplatanus* L.) şi cătina albă; varianta a V-a – reprezentată de specia principală frasin comun în asociere cu speciile de amestec paltin de munte, glădiţa (*Gleditschia triacanthos* L.) şi sălcioară. În total pe această haldă au fost sădiți 771 arbori și arbuști.

Tabelul 2.1. Situația haldei de steril supusă procesului de reconstrucție ecologică în cariera de calcar „Lafarge Ciment”

Denumirea haldei	Numărul parcelelor	Anul instalării	Suprafața, ha	Compoziția de împădurire
Halda proaspăt depozitată din cariera „Lafarge Ciment”	parcela 1	2017	0,12	82SC 18SL
	parcela 2			27SC 27Că 46I
	parcela 3			27PIN 27Sp 23I 23ULM
	parcela 4			34FR 33PAM 33Că
	parcela 5			31FR 25PAM 23GL 21SL

Parcela 1 în total au fost sădiți salcâm SC – 144, sălcioară SL – 32.

Parcela 2 în total au fost sădiți salcâm SC – 48, cătina albă Că – 48, lemn câinesc I – 80.

Parcela 3 în total au fost sădiți pin negru PIN – 48, scumpie Sp – 48, lemn câinesc I – 40, ulm ULM – 40.

Parcela 4 în total au fost sădiți frasin FR – 42, paltin de munte PAM – 40, cătina albă Că – 40.

Parcela 5 în total au fost sădiți frasin FR – 38, paltin de munte PAM – 30, glădița GL – 28, sălcioară SL – 25 (tabelul 2.1).

Pentru măsurarea diametrelor arborilor s-a utilizat clupa forestieră, iar datele au fost riguros notate în caietul de inventariere. Măsurarea înălțimilor arborilor s-a făcut cu ajutorul ruletei. În fiecare parcelă s-au făcut măsurători în ceea ce privește diametrul și înălțimea la totalitatea arborilor și arbuștilor. Prelucrarea statistică a rezultatelor a fost efectuată după Giurgiu V. [78], cu ajutorul programului MO Excel 2007. Au fost evaluați parametri statistici standard: media aritmetică, deviația standard, coeficientul de variație și diferența minimal semnificativă.

Pe halda nouă în calitate de *recultivare agricolă* am plantat speciile de *Medicago sativa* L. (lucerna), *Trifolium pratense* L. (trifoi roșu) și *Trifolium fragiferum* L. (trifoi de furaj).

2.3. Metode de cercetare în laborator

Apartenența sistematică a speciilor de floră și faună a fost stabilită în baza determinatoarelor de specialitate cu utilizarea cheilor dihotomice [37, 104, 105, 109, 117, 156, 179, 202].

Spectrele biomorfelor, grupelor biologice, categoriilor ecologice şi elementelor fitogeografice au fost elaborate conform metodelor descrise în studiul ecologic şi geobotanic al vegetaţiei din România [37, 43].

Algele din fitoplancton au fost prelevate din stratul superficial al apei și la diferite adâncimi, în vase de sticlă cu volumul de 0,5 l. Probele au fost fixate cu formaldehida (40%) (proporţia fiind de 1:10). Probele, închise ermetic, au fost păstrate la întuneric. Colectarea și prelucrarea probelor algale a fost efectuată conform metodelor unificate de colectare și prelucrare a probelor hidrobiologice. Pentru determinarea grupelor sistematice ale algelor au fost utilizate determinatoarele de specialitate [171, 198, 211, 214, 228, 231, 242, 245]. Analiza saprobiologică a algoflorei a fost efectuată conform, metodelor unificate [198]. Componenţa calitativă a algoflorei a fost detectată la microscopul „Ergaval" Carl Zeiss Jena cu obiectivele de × 3, 2, 10, 40 şi 100 în laboratorul de „Algologie" al USM.

Analiza probelor de *sol* a fost efectuată în laboratorul acreditat Centrul de Monitoring al Calităţii Solului a SHS. Parametrii chimici ai solului studiați sunt: pH-ul, humusul, fosforul mobil (P_2O_5) şi potasiul mobil (K_2O), N_{total}, Ca^{2+} și Mg^{2+}, MG (Cu, Zn, Cd, Ni, Pb) [96, 102, 195, 197, 200, 207, 208, 209, 210, 216].

Determinarea pH-lui în extractul apos constă în extragerea sărurilor solubile din sol cu apă distilată în raport 1:5 şi determinarea potenţiometrică a pH-lui, în corespundere cu *ГОСТ 26423 – 85, pct. 4.1, 4.3* [209].

Determinarea humusului după metoda Tiurin constă în determinarea indirectă a cantităţii totale de humus în sol prin evaluarea cantităţilor de carbon, ce rezultă la oxidarea carbonului organic din componenţa humusului cu soluţie de 0,4 N de bicromat de potasiu ($K_2Cr_2O_7$) şi acid sulfuric. Cantitatea oxidantului care se consumă la oxidarea carbonului se determină conform diferenţei dintre cantitatea amestecului de crom luat pentru oxidare şi cantitatea rămasă. Conform cantităţii oxidantului consumat se calculează procentul conţinutului de humus, în corespundere cu procedura operaţională PO–H–S–5.4–05.

Determinarea fosforului şi potasiului mobil a fost realizată conform metodei lui Macighin constă în extragerea compuşilor de fosfor şi potasiu mobil din sol cu soluţia de carbonat de amoniu, cu concentraţia de 10 g/dm^3. Fosforul de culoare albastră din compusul de molibdat de

fosfor se determină la fotocolorimetru, în corespundere cu *ГОСТ 26205 – 91, pct. 4.2.1, 4.2.3,* iar potasiu mobil la fotometru cu flacără în corespundere cu *ГОСТ 26205 – 91, pct. 4.3* [208].

Determinarea *azotului total* a fost realizată conform metodei Kjeldahl, ce constă în descompunerea solului la tratarea termică cu acidul sulfuric concentrat în prezenţa catalizatorului, formarea compusului de amoniu, titrarea cu acidul sulfuric şi conform cantităţii de acid sulfuric folosit se calculează cantitatea de azot în sol, în corespundere cu *ГОСТ 26107 – 84, pct. 4.1* [207].

Determinarea calciului şi magneziului constă în determinarea complexometrică a calciului şi magneziului prin titrarea cu trilon B, folosindu-se indicatorul crom albastru închis. Pentru determinarea calciului, pH-ul bazic – 12,5–13,0, iar pentru magneziu pH-ul – 10,0 în corespundere cu *ГОСТ* 26487 – 85*, pct. 4.1., 4.3* [210].

Metoda de determinare a *formelor totale ale MG (cupru, zinc, plumb, nichel şi cadmiu)* în sol a fost înfăptuită în corespundere cu procedura operaţională PO–MeFT–S–5.4–07, ce constă în supunerea termică cu adăugarea acidului nitric concentrat şi apă oxigenată, filtrarea şi ajustarea până la volumul 100 ml cu apă distilată şi analiza prin metoda spectrală cu absorbţie atomică.

Analiza probelor de *apă* a fost efectuată în laboratorul „Ecourbanistică”, IEG și în laboratorul acreditat a SHS.

Parametrii chimici ai apei studiați sunt: pH-ul, $SO4^{2-}$, NO_3^-, NO_2^-, Cl^-, HCO_3^-, NH_4^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, MG (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb), duritatea totală și reziduul fix [125, 129, 130, 232].

Pentru *determinarea pH-lui* este folosită metoda potenţiometrică, utilizând echipamentul ЭВ-74 și EC 40.

Metoda de determinare a *ionilor de sulfat* se bazează pe măsurare spectrofotometrică a turbidității probei de apă analizate în prezenţa sărurilor de bariu, *mg/l*.

Determinarea *ionilor* HCO_3^- (*mg/l*) se efectuează prin titrarea probei de apă, utilizând echipamentul special БАТ –15, cu soluţie de acid clorhidric.

Determinarea *ionilor de clor* este bazată pe metoda de titrare în scopul dozării ionilor de clor cu soluţie de azotat de argint, în prezenţa cromatului de potasiu așa cum este stipulat în SM SR ISO 9297:2012, *mg/l*.

Metoda de determinare a *calciului* este bazată pe reacţia ionilor de calciu cu trilon B în mediu alcalin conform cu SM SR ISO 6058:2012, *mg/l*.

Metoda de determinare a *magneziului* este bazată pe metoda evaluării diferenţei dintre duritatea totală şi conţinutul ionilor de calciu conform cu SM SR ISO 6059:2012, în *mg/l*.

Metoda colorimetrică de determinare *a ionilor de amoniu* are la bază reacţia cu reactivul Nessler, ce se tratează cu soluţie de sarea Seignette (tartrat de potasiu-sodiu). Intensitatea culorii galbene este măsurată la spectrofotometru la lungimea de undă – 425 nm, *mgN/l*.

Metoda spectrofotometrică de determinare a *nitriţilor* se bazează pe reacţia dintre sulfanilamida deazotată cu dehidroclorura N-(1-naftil) etilendiamină în rezultatul căreia se obţine un compus de culoare roşie specifică, *mgN/l.*

Metoda de determinare a *nitraţilor* se bazează pe SM SR ISO 7890-3:2006, şi anume pe măsurarea spectrometrică a absorbţiei compusului galben format prin reacţia acidului sulfosalicilic cu azotatul, urmată de tratarea cu soluţie alcalină, *mg N/l* [129].

Determinarea *sodiului şi potasiului* se efectuează prin metoda fotometrică la fotometrul cu flacără, utilizând complexul de gaze: aer-propan-butan, *mg/l*.

Metoda de determinare a MG se bazează pe măsurarea valorii de absorbţie atomică a probei analizate în conformitate cu indicaţiile metodice expuse în SM SR ISO 8288:2006, la spectrometrul cu absorbţie atomică Solaar 969, utilizând lampele catodice respective. Rezultatele sunt exprimate în *mg/l* [130].

Metoda de determinare a *durităţii totale* a apei se bazează pe titrarea probei de apă cu acid etilendiaminotetraacetic (trilon B) în mediu alcalin cu indicatorul cromogen negru, *mg·ech/l*.

Metoda de determinare a *reziduului fix* se bazează prin fierberea probei în prezența Na_2CO_3, *mg/l.*

Prelucrarea statistică a rezultatelor. În urma determinărilor analitice de laborator rezultatele obținute au fost prelucrate statistic, în total cca 300 de analize în componentele abiotice (apă și sol). Prelucrarea statistică a rezultatelor a fost efectuată cu ajutorul programului MO Excel 2007, folosind funcțiile: amplitudinea (valorile minime și maxime) – MIN și MAX, media aritmetică – AVERAGE, deviația/abaterea standard – STDE. Au fost evaluați parametri statistici standard: amplitudinea, media aritmetică, deviația standard, coeficientul de variație (CV) și Diferența Minimal Semnificativă (DMS). Coeficientul de variație (CV) este exprimat procentual prin următoarea formulă:

$$\mathbf{CV = S/x \times 100}, \qquad (2.2)$$

în care:

S – deviația standard;

x – valoarea medie.

în cazul în care: CV < 15% înseamnă că repartiția prezintă o variație mică;

15% < CV < 30%, repartiția are o variație medie;

CV > 30%, repartiția are o variație mare.

2.4. Concluzii la capitolul 2

1. Obiectul cercetării îl constituie haldele de steril cu vârsta de 25, 20, 10, 5 și 0 ani din cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. or. Rezina. Evaluarea complexă a condițiilor geoecologice a zonei de studiu au fost apreciate prin metodele clasice din domeniu.

2. Tehnica și aparatajul analitic au fost omologate în laboratoare specializate, precum Centrul Monitoring al Calităţii Solului din cadrul SHS (Certificatului de Acreditare Nr. LÎ – 023 (nr. anterior LÎ 01 220) din 21 februarie, anul 2014), laboratorul „Ecourbanistică” din cadrul IEG și laboratorul de „Algologie” al USM.

3. Metodele de prelevare a probelor și analizele au fost efectuate în conformitate cu recomandările, metodele și standardele în vigoare, iar pentru interpretarea rezultatelor cercetărilor, acestea au fost supuse analizelor statistice.

3. STUDIUL PRIVIND STAREA ECOLOGICĂ A CARIEREI DE CALCAR „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A.

3.1. Condițiile geologice și geomorfologice

În aspect geografic, teritoriul RM are o amplasare intermediară în zona de interferenţă între pădure şi stepă, între munţi (Carpaţi) şi câmpie (Câmpia Europei de Est ori Câmpia Rusă), între climatul continental şi cel maritim etc. În aspect biogeografic, Moldova este situată la contactul a trei zone:

- ✓ Central-Europeană, reprezentată de Podişul Central al Codrilor *(54,13%);*
- ✓ Euroasiatică, reprezentată de regiunile de silvostepă şi stepă *(30,28%);*
- ✓ Mediteraneană, căreia îi aparţin fragmente de silvostepă xerofilă din partea de sud a republicii *(15,59%)* [131, 133].

Anume această amplasare intermediară şi îmbinarea factorilor menţionaţi a condiţionat formarea unor asociaţii peisagistice unicale pe teritoriul Moldovei.

Cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A., or. Rezina face parte din bazinul fl. Nistru, care este amplasat în Regiunea Podişurilor şi Câmpiilor de silvostepă a Moldovei de Nord, subregiunea fizico-geografică Podişul de silvostepă al Nistrului. Subregiunea fizico-geografică Podişul de silvostepă al Nistrului are un relief moderat fragmentat de un sistem de văi şi ravene înguste, uneori în formă de chei (densitatea fragmentării 1,9–2,1 km/km^2). Se dezvoltă pe larg procesele erozionale, alunecările de teren şi cele carstice [14].

Rocile geologice, care apar la suprafaţă, aparţin depozitelor sarmaţiene, fiind reprezentate de diferite calcare, argile, nisipuri fine acoperite de straturi alterate, preponderent luto-argiloase sau argilo-lutoase. Pe terase şi părţile inferioare ale unor versanţi cu înclinaţii slabe sunt răspândite luturi loessoide (peste 30% din suprafaţă). Luturile nisipoase şi nisipurile fine sunt răspândite pe unele culmi de dealuri (peste 6%). Malurile abrupte ale văilor dezgolesc depozitele sarmaţiene de calcar. Peste 10% din suprafaţă ocupă rocile sedimentare recente – deluviale şi aluviale – depuse în văi şi lunci (figura 3.1) [143].

Condițiile geomorfologice. În diferite regionări geomorfologice raionul este evidenţiat sub denumirea „Dealurile prenistrene" (figura 3.2). [82б 206], „Codrii Rezinei" [238], „Podişul Nistrului" [5, 6], (cit. [143]).

Această regiune geomorfologică se caracterizează printr-un relief fragmentat (figura 3.2). Culmile dealurilor depăşesc altitudinea de 300 m (maximă – 338 m), dar predomină înălţimile de 160–240 m. Partea estică a raionului este întretăiată de văile râuleţelor Cuşnirca, Ciorna, Rezina, majoritatea în formă de canioane cu malurile abrupte, calcaroase.

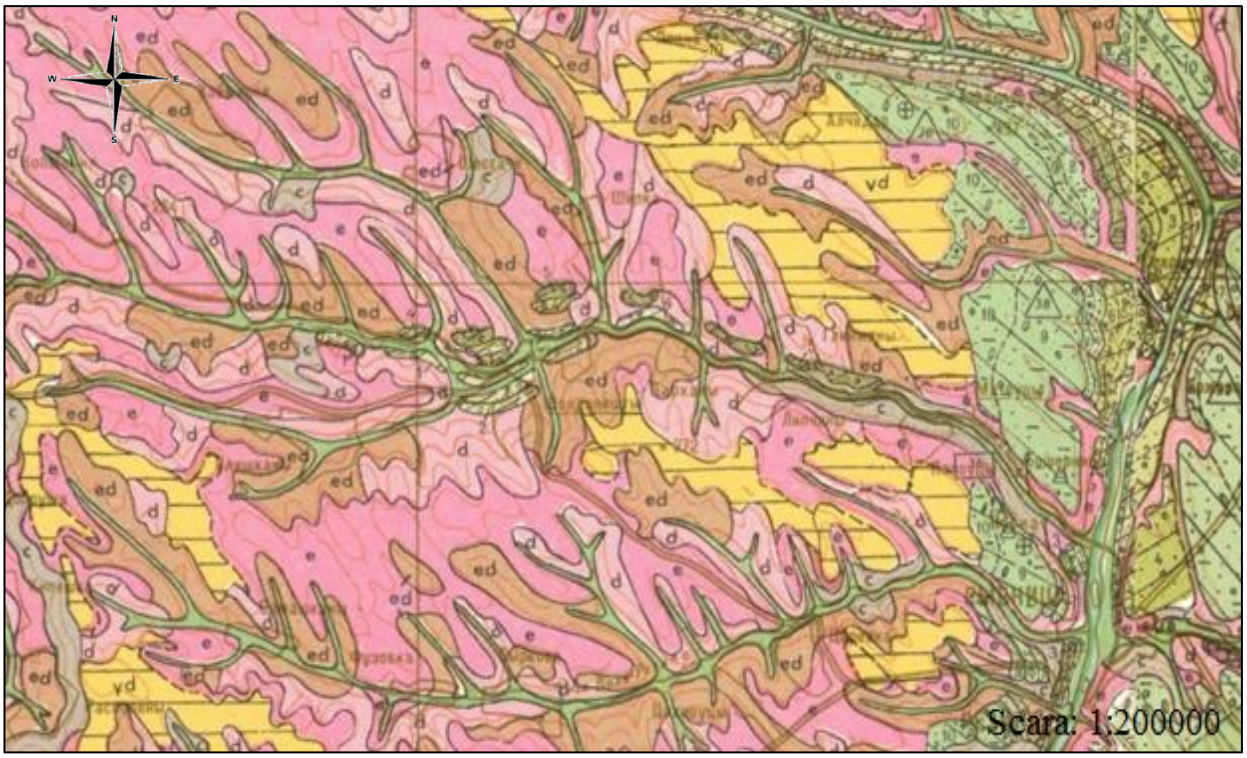


Fig. 3.1. Fragmentul hărții cuverturii de roci cuaternare din zona cercetată, a. 1987

Legenda:
Tipurile genetice ale depozitelor cuaternare:

- e — depozite eluviale
- c — depozite coluviale (alunecări de teren, grohotiș)
- vd — depozite eolian-deluviale
- a — depozite aluviale din albia/lunca râurilor și pâraielor
- l — depozite lacustre
- d — depozite deluviale
- ed — depozite eluvial-deluviale
- depozite aluviale ale teraselor nr. I
- depozite aluviale ale teraselor nr. II
- depozite aluviale ale teraselor nr. I și II
- depozite aluviale ale teraselor nr. III
- depozite lacustre-marine ale teraselor nr. III
- depozite aluviale ale teraselor nr. IV
- depozite lacustre-marine ale teraselor nr. IV
- depozite aluviale ale teraselor nr. V
- depozite lacustre-marine ale teraselor nr. V
- depozite aluviale ale teraselor nr. VI
- depozite aluviale ale teraselor nr. VII
- depozite aluviale ale teraselor nr. VIII
- depozite aluviale ale teraselor nr. IX
- depozite aluviale ale teraselor nr. X (ultima cuvertură)
- depozite precuaternare

Malul Nistrului este, la fel, abrupt, întretăiat de ravene şi de văi scurte. Partea de vest este întretăiată de o serie de râuleţe – afluenţii de stânga r. Răut (Dobruşa, Sagala, Cogâlnic, Draghinici). Văile acestor râuleţe sunt mai largi, versanţii mai lungi şi puţin înclinaţi. Lungimea medie a versanţilor dealurilor Rezinei este de aproximativ 1000 m, unii având lungimea de 2000 m şi chiar de 2800 m. Suprafeţele relativ plane (0–2°) ocupă doar 30% din teritoriul raionului. Predomină (45%) suprafeţele cu înclinaţia de 2–6°, 10% ocupă pantele abrupte >10° (cit. [143]).

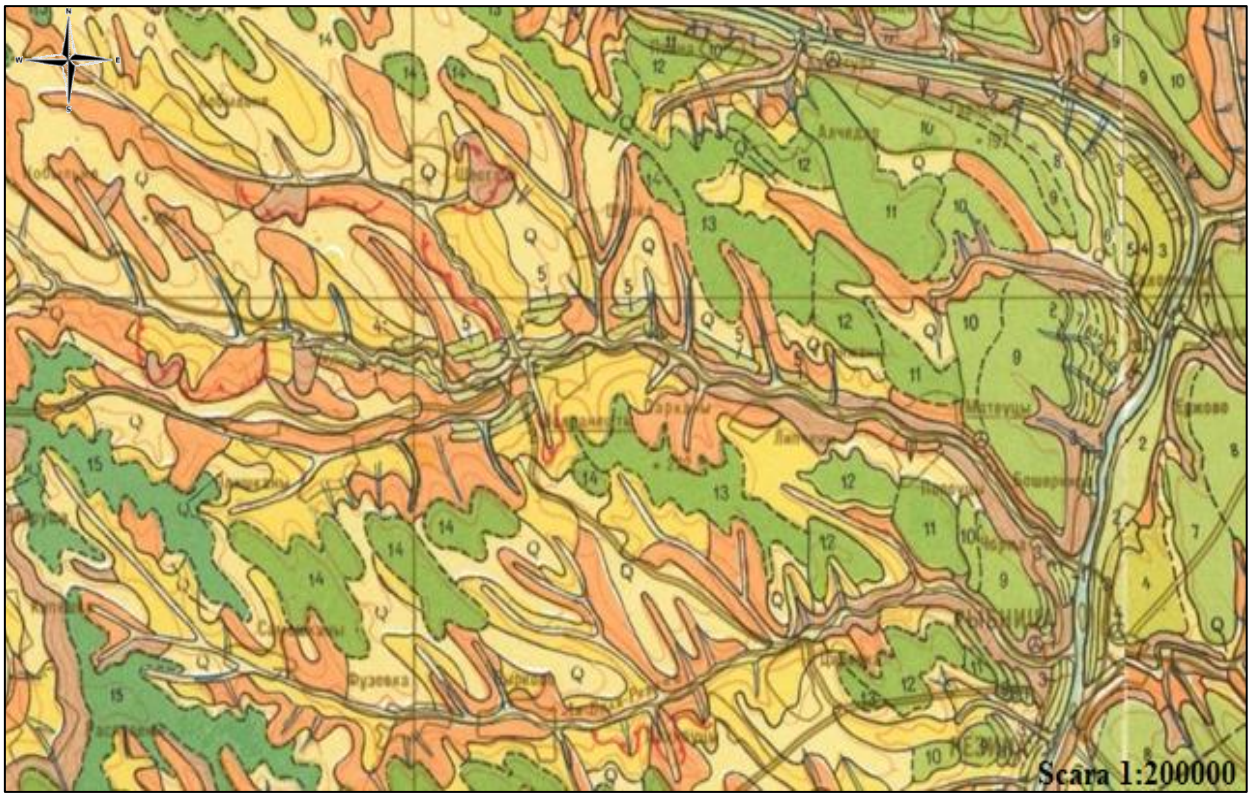


Fig. 3.2. Fragmentul hărții geomorfologice din zona cercetată, a. 1987

Legenda:

- N_2 – suprafețe de aplatizare pliocene
- Q – suprafețe orizontale (0-3^0), formate în rețeaua hidrografică a Pleistocenului

Pante denudațional-erozionale:

- caracter abrupt (12^0) cu îndepărtarea intensivă gravitațională a materialului, manifestări de alunecări de teren și grohotiș
- înclinare medie (6-12^0) – îndepărtarea deluvială intensivă cu formarea ravenelor și adesea manifestări de alunecări de teren
- pante line (3-6^0) – manifestări moderate a proceselor deluviale, eroziune în suprafață

Relief de acumulare:

- lunca înaltă și lunca joasă de vârsta Holocenului (Q_{IV})
- 1 – terasa nr. I de vârsta Pleistocenului Târziu
- 2 – terasa nr. II de vârsta Pleistocenului Târziu
- 3 – terasa nr. III de vârsta Pleistocenului Târziu
- 4 – terasa nr. IV de vârsta Pleistocenului Mijlociu
- 5 – terasa nr. V de vârsta Pleistocenului Timpuriu
- 6 – terasa nr. VI de vârsta Pleistocenului Timpuriu
- 7 – terasa nr. VII de vârsta Eopleistocenului Târziu
- 8 – terasa nr. VIII de vârsta Eopleistocenului Târziu
- 9 – terasa nr. IX de vârsta Eopleistocenului Timpuriu
- 10 – terasa nr. X de vârsta Eopleistocenului Timpuriu
- 11 – terasa nr. XI
- 12 – terasa nr. XII
- 13 – terasa nr. XIII
- 14 – terasa nr. XIV
- 15 – terasa nr. XI
- 17 – șesul aluvial Gaureni

3.2. Condiţiile edafice din zona de studiu

Conform regionării pedogeografice (cit. [143]) a RM zona cercetată, fiind situată pe teritoriul rn. Rezina, este aşezată în *raionul nr. 5* al cernoziomurilor levigate, argiloiluviale şi solurilor cenuşii ale silvostepei Dealurilor Rezinei.

Raionul este bine determinat, fiind încadrat între r. Răut şi fl. Nistru spre sud şi dealurile Sorocii. Teritoriul reprezintă un relief săpat în calcar remarcându-se masivele riftogene calcaroase cu aspect stâncos.

Caracteristicile climatului: suma t° >10°= 3000–3150°; P = 550–600 mm; E = 800–820 mm; K = 0,7–0,8. Fertilitatea solurilor raionului este medie şi redusă; se recomandă pentru utilizare în primul rând la vii şi livezi, pajişti şi păduri. Învelişul de sol al zonei de studiu înainte de începerea extragerii calcarului este reflectată în figura 3.3.

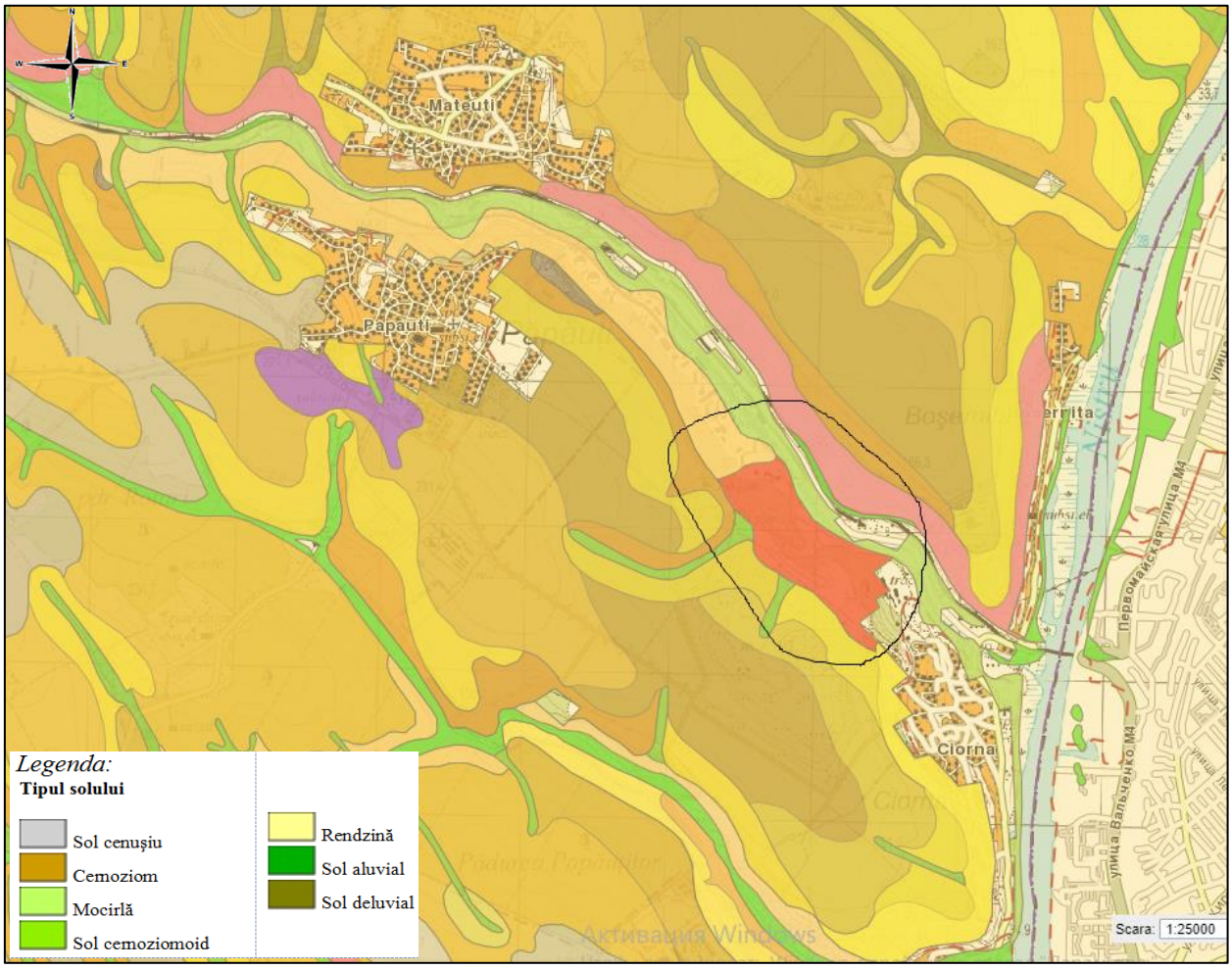


Fig. 3.3. Fragment al hărţii vectorizate (anul 2013) a solurilor din zona studiată [75]

Învelişul de sol a carierei este complicat şi mozaic. Pe teritoriul raionului se întâlnesc aproape toate tipurile şi subtipurile de sol, răspândite pe teritoriul ţării, cu excepţia solurilor brune şi turboase. Culmile dealurilor în intervalul altitudinilor de 348–240 m sunt ocupate de

soluri cenuşii (albice, tipice şi molice), care se mărginesc cu cernoziomuri argiloiluviale, formate sub păduri cu înveliș ierbos [241]. Dealurile cu altitudini mai joase de 250 m, precum şi terasele Nistrului şi ale Răutului, părţile inferioare ale versanţilor sunt ocupate de cernoziomuri levigate şi tipice [240]. În lunca văilor r. Ciorna și Rezina sunt răspândite solurile aluviale molice, iar la confluența acestora cu fl. Nistru soluri aluviale mlăștinoase.

Solurile cenuşii şi cernoziomurile tipice pentru prima dată au fost studiate şi menţionate de Докучаев В. (1883) [213]. În vara anului 1877 Докучаев В., în cadrul expediţiei organizate în scopul studierii cernoziomului, traversează fl. Nistru şi în apropierea s. Nepada „pe un teren virgin absolut plan", care cel puţin o sută de ani nu a fost lucrat, a realizat un profil pedologic.

Grosimea solului era de 92 cm, conţinutul de humus în stratul superior alcătuia 5,718%. Acest sol a fost apreciat de Докучаев В. Ca cernoziom tipic „de prima categorie" [213]. Aşadar, în urma lucrării sistematice în decurs de 130 de ani conţinutul de humus în partea superioară a profilului şi concomitent rezervele de humus s-au redus cu aproximativ 40%.

Astfel, în conformitate cu harta sus-menționată, pe teritoriul studiat sunt amplasate următoarele tipuri de sol: soluri cenușii, cernoziomuri, mocirle, soluri cernoziomoide, rendzine, soluri deluviale, soluri aluviale.

Solurile cenuşii s-au format sub vegetaţia de pădure foioasă (stejăriș cu cireș, gorun, carpen ș.a.) în condiţii de climă temperată (suma de temperaturi > 10° = 2700–2800°, cantitatea anuală de precipitaţii depășește 500 mm, regimul de umiditate fiind preponderant percolativ). Materialele parentale sunt reprezentate, predominant, prin depozite loessoide. Profilul solulurilor cenuşii este diferenţiat textural.

Cernoziomurile s-au format în condițiile vegetației de stepă, însă se întâlnesc și sub păduri (suma de temperaturi > 10°=2700–3125°, cantitatea anuală de precipitaţii 470–480 mm, regimul de umiditate în perioada rece poate fi percolativ, în perioada caldă – nepercolativ) și se deosebesc prin caracterul acumulativ, bine humificat, cu o pondere înaltă a elementelor structurale agronomic prețioase. Acest sol a fost numit de Докучаев В. „regele solurilor". Cernoziomurile sunt reprezentate de 5 subtipuri – argiloaluviale, levigate, tipice, carbonatice și vertice.

Mocirlele fac parte din clasa solurilor hidromorfe azonale și se formează în condițiile unui surplus periodic sau stabil de umiditate. Stagnarea apei în profil condiționează desfășurarea proceselor anaerobe și, ca rezultat, la reținerea descompunerii reziduurilor organice, turbificarea, gleizarea ș.a. Aceste soluri apar în cadrul solurilor automorfe ca mici areale, deoarece straturile impermiabile de argilă, ce suportă roca parentală duc la formarea straturilor acvifere care iese la suprafața pantelor – elementul de relief unde preponderant se formează acest tip de sol.

Solurile cernoziomoide se formează la limita exterioară a mocirlelor, la contact exterior cu solurile automorfe în condițiile de stepă și silvostepă pe terenurile unde periodic sau permanent persistă un surplus de umiditate. Profilul acestor soluri se caracterizează prin *orizontul A molic* bine humificat și structurat.

Rendzinele fac parte din clasa solurilor litomorfe ce se formează pe blocurile de calcar ca rezultat al alterării, fărâmițării stratului superficial al acestora și instalarea unor fitocenoze specific, cu participarea preponderant a plantelor calcifile. Rendzinele, comparativ cu solurile zonale înconjurătoare, au un conținut mai înalt de humus. Grosimea acestor soluri depinde de cea a stratului alterat.

Solurile deluviale se formează la baza versanților și în văi pe seama materialului pământos, transportat de torenții de scurgere. Profilul acestor soluri este alcătuit din straturi de material mai mult sau mai puțin transformat de procesele de solificare actuale. Solurile deluviale sunt de obicei profunde, humificate și structurate. În funcție de materialul pe seama căruia s-au format solurile deluviale, acestea pot fi de două subtipuri: soluri deluviale molice și soluri deluviale ocrice.

Solurile aluviale se formează în luncile râurilor pe depozitele aluviale recente și sunt cele mai tinere formațiuni pedogene. După caracteristicile esențiale diagnostic, solurile aluviale se divizează în subtipuri: molice, stratificate, hidrice, vertice și turbice [143, 144].

Solurile aluviale molice sunt răspândite pe larg în lunca r. Ciorna și r. Rezina, în prezent se utilizează ca păşuni. Solurile aluviale molice s-au format în rezultatul combinării proceselor de acumulare a humusului, gleizare şi aluviale din albia majoră a râurilor. În luncile râurilor mici regimul de aluviere se manifestă slab şi temporar sau a încetat cu totul, iar procesul de acumulare a humusului este mai bine pronunţat. Solurile aluviale molice au profil humifer bine dezvoltat cu grosimea mai mare de 60–150 cm, uneori cu straturi mai mult sau mai puţin humificate ale solurilor îngropate, care puţin se deosebesc după compoziţia granulometrică.

Solurile aluviale molice în majoritatea cazurilor se caracterizează cu profil de tipul:

Apţ – Aph – Bh1 – Bhg2 – BG – G

Orizontul Apţ este un orizont humifer, în prezent înțelenit, format pe fostul strat arabil.

Orizontul Aph este fostul strat arabil, care sub influenţa vegetaţiei naturale îşi restabileşte conţinutul de humus.

Orizontul Bh1 este un orizont humifer de tranziţie cu conţinut de humus în limitele 2–3%.

Orizontul Bhg2 este continuarea orizontului humifer de tranziţie cu conţinut de humus în limitele 1–2% şi pete intensive de gleizare.

Orizontul BG este un orizont gleic, format pe aluviuni, humifer, cu conţinut de humus sub 1,0%, culoarea cenuşiu – albăstruie.

Orizontul G este un orizont gleic cu culori albăstrui – verzui cu conţinut de humus în jurul la 0,5–1,0%.

Textura solurilor este luto-argiloasă. Solurile aluviale molice pe teritoriul cercetat se caracterizează cu conţinut de humus în orizontul de la suprafață, sunt slab humifere. Reacţia solurilor pe profil este neutră – slab alcalină.

Principalele procese care provoacă degradarea solurilor aluviale molice pe teritoriul cercetat sunt gleizarea, compactarea, suprapăşunatul (bătătorirea covorului de ierburi), inundarea în cazul revărsărilor şi înnămolirea temporară a unor terenuri.

Pe versanţi, atât cernoziomurile, cât şi solurile cenuşii sunt afectate de eroziune. Suprafaţa totală a solurilor erodate în ultimii 40 de ani aproape s-a dublat, majorându-se de la 42,6 mii ha până la 81,1 mii ha [23]. În lipsa măsurilor antierozionale eroziunea solurilor progresează. Dezmembrarea terenurilor agricole cu forme liniare de eroziune (ogaşe, ravene) a ajuns la 300–500 m pe km^2, suprafaţa ravenelor la 0,5–1 ha la km^2. Ravenele afectează preponderent versanţii cu lungimea de 50–500 m – 30% şi de 500–1000 m – 50,5%, cu înclinaţia de 4–8° (85%), orientaţi spre SV (44%) şi NV (39%). Creşterea ravenelor în lungime ajunge la 1 m anual, media fiind de 0,64 m [201].

În scopul stopării creşterii ravenelor şi râpelor pot fi realizate măsuri simple şi necostisitoare – canale şi valuri, albii de scurgere, debuşee, baraje din diferite materiale, neapărat cu deversoare [145]. Pe teritoriul raionului au fost efectuate cercetări şi experienţe în scopul desecării solurilor hidromorfe [236, 237] astupării râpelor.

După cum a fost menționat anterior, teritoriul reprezintă un relief săpat în calcar remarcându-se masivele riftogene calcaroase cu aspect stâncos. Fertilitatea solurilor raionului este medie şi redusă; se recomandă pentru utilizare în primul rând la vii şi livezi, pajişti şi păduri. Ca urmare, a exploatării agricole neraţionale şi a regimului climateric contrast, aceasta a condus la intensificarea proceselor de degradare a terenurilor zonei cercetate. Conţinutul de humus în stratul 0–30 cm a solurilor recent arabile în comparaţie cu conţinutul de humus în aceste soluri cândva înțelenite s-a redus cu >3%.

În zona cercetată a carierei de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. au fost efectuate cercetări pedologice pe teren în baza cărora a fost întocmită o hartă (figura 3.4), unde au fost delimitate 5 areale:

1. cernoziomuri levigate luto-argiloase;

2. terenuri afectate de lucrări de terasament prin excavații și decopertări;

3. teritoriul explorat al carierei;

4. haldele cu material pământos constituit din soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior (foto 3.1);

5. iazul din carieră cu zona umedă adiacentă.

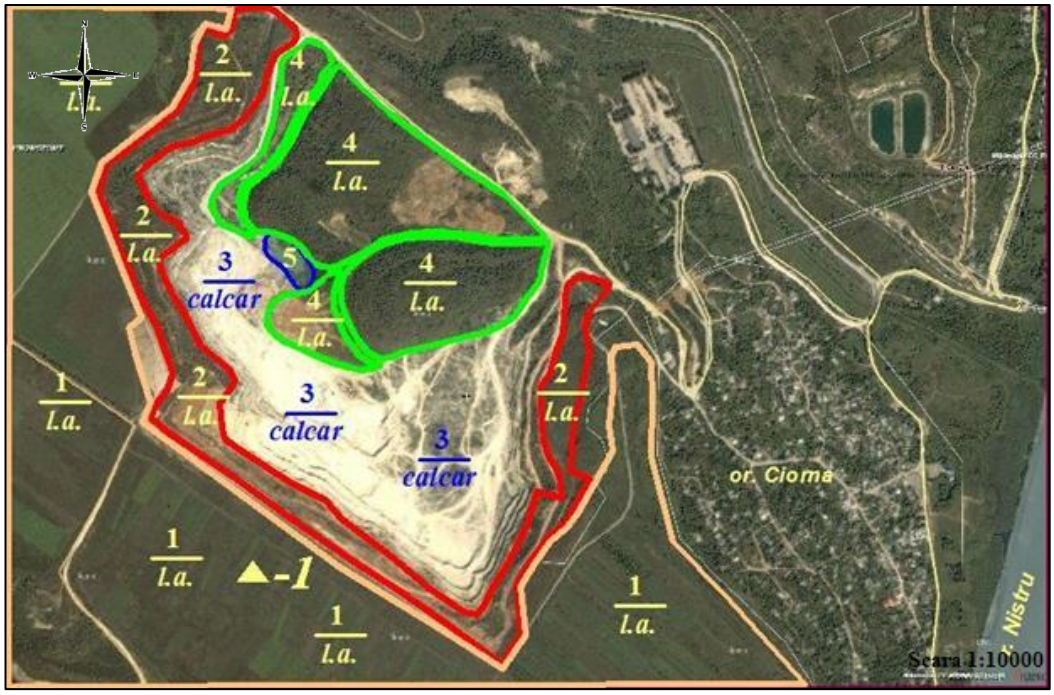


Fig. 3.4. Fragment al hărții solurilor din cariera de calcar „Lafarge Ciment” [75]

Foto 3.1. Aflorimentul haldelor cu material pământos constituit din soluri fosile din zona de referință din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Descrierea morfologică a profilului principal. Cernoziomul levigat arabil cercetat se caracterizează cu profil de tipul *Ahp1–Ahp2–Ah–Bh1–Bh2–BCk1–BCk2–Ck* (figura 3.5). Efervescenţa – de la adâncimea 96 cm. Carbonaţii sub formă de pseudomicelii – începutul mai jos de 100 cm, se întâlnesc până la 200 cm. Mai adânc de 150 cm se întâlnesc rar acumulări de puncte de calcar.

Fig. 3.5. Profilul cernoziomului levigat (cambic) din zona de referinţă şi aflorimentul subiacent din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Ahp1 (0–25 cm) – stratul recent arabil de culoare gri închisă aproape neagră cu nuanţă slabă brună, umed, argilo-lutos, structura glomerulară-bulgăroasă 0–14 cm şi preponderent bulgăroasă 14–25 cm, afânat 0–14 cm (stratul recent discuit) şi compact 14–25 cm, foarte poros, pori mijlocii şi mari foarte frecvenţi, foarte multe resturi organice, trecere clară.

Ahp2 (25–36 cm) – stratul postarabil de culoare gri închisă cu nuanţă slabă brună, partea de jos a stratului arat adânc în anii'90 recent nelucrată, argilo-lutos, glomerular-bulgăros sau prismatic, compact, pori mijlocii şi mici, agregatele prismatice sunt foarte compacte şi practic fără pori, rădăcini mijlocii şi subţiri frecvente, găuri de insecte, trecere clară.

Ah (36–53 cm) – partea inferioară a orizontului humifer nemodificată prin arătură, gri închis cu nuanţă slabă brună, jilav, argilo-lutos, structură glomerular-grăunţoasă, compact, pori frecvenţi mijlocii şi mici, rădăcini frecvente subţiri şi mijlocii, găuri de insecte, lăcaşuri de larve, coprolite, trecerea treptată.

Bhw1 (53–74 cm) – continuarea profilului humifer, începutul orizontului cambic sau primului orizont de trecere spre roca parentală după conţinutul de humus, jilav, brun întunecat,

argilo-lutos, structura glomerulară, agregate mari, compact, pori mici şi mijlocii frecvenţi, rădăcini subţiri frecvente, găuri de insecte, lăcaşuri de larve, trecerea treptată.

Bhw2 (74–96 cm) – continuarea profilului humifer, partea inferioară a orizontului de trecere spre roca parentală, reavăn, brun – roşcat, argilo-lutos, structura glomerulară–bulgăroasă slab dezvoltată, compact, pori mici şi fini frecvenţi, rădăcini subţiri rare, trecerea treptată.

BCk1 (96–110 cm) – partea superioară a rocii parentale slab modificate de procesul de pedogeneză, galben cu nuanţă brună, argilo-lutos, structura foarte slab dezvoltată, compact, pori fini frecvenţi, sunt prezenţi carbonaţi sub formă de pseudomicelii, rădăcini rare foarte subţiri, găuri de rădăcini putrede ale foştilor copaci, rar crotovine, trecerea treptată.

BCk2 (130–160 cm) – partea inferioară a rocii parentale slab modificate de procesul de pedogeneză, galben cu nuanţă slabă brună, argilo-lutos, structură masivă, compact, pori fini frecvenţi, orizontul de acumulare maximală a neoformaţiunilor de carbonaţi în formă de pseudomicelii, se întâlnesc rar acumulări de bieloglască şi crotovine, trecerea treptată.

Ck (>164 cm) – rocă parentală de culoare galbenă practic nemodificată de procesul de pedogeneză, compact, pori fini frecvenţi.

Orizontul Ahp2 al acestor soluri, ca rezultat al dehumificării şi deteriorării structurii sub influenţa maşinilor şi agregatelor agricole grele este foarte compact și se caracterizează cu însuşiri fizice nefavorabile. Profilul humifer (orizonturile Ahw+Bhw), iar uneori şi partea superioară a orizontului BC este levigat de carbonaţi. Orizonturile Bhw1, Bhw2 se caracterizează cu nuanţă brun-roşcată în culoarea lor – rezultat al procesului de alterare „*in situ*" (fiersialitizare) a mineralelor.

3.3. Caracteristica ecosistemului petrofit până la darea în exploatare a carierei de calcar

Pe teritoriul RM ecosistemele petrofite constituie cca 23 mii de ha (0,7% din teritoriul republicii). Ele sunt prezente în regiunea de nord a republicii, de-a lungul fl. Nistru şi r. Prut şi a afluenţilor acestora şi în cursul inferior al r. Răut [149]. Ecosistemele petrofite (de stâncărie) pe terenul studiat, sunt condiţionate atât de substrat (rocile calcaroase), relief şi climă, cât şi de ecopreferinţele populaţiilor respective. Pantele calcaroase petrofite se deosebesc prin condiţii ecologice specifice, deoarece factorii climaterici zonali în aceste ecotopuri se modifică esenţial. Pantele calcaroase se caracterizează prin următoarele particularități:

- ✓ gradul de înclinare a pantelor, influențată de scurgerile atmosferice și ariditatea ecotopului;
- ✓ neuniformitatea pantelor, care determină mozaicul vegetației și gradul disjuncției învelișului vegetal;

- ✓ proprietățile substratului calcaros, care influențează regimul termic și condițiile de umiditate;
- ✓ capacitatea reflectorie înaltă a plantelor calcaroase, care sporește nivelul insolației;
- ✓ surplusul de calciu în substrat.

Acești factori creează pe pante niște condiții de existență deosebite, care diferă de cele zonale din care cauză în acest tip de ecosistem pot vegeta un șir de specii folositoare care nu se întâlnesc în alte ecotopuri [35].

Solul bogat în calciu posedă mai multe particularități distinctive:

- ✓ prin acest tip de sol mai ușor trece apa;
- ✓ datorită prezenței în cantități mari a cationilor de calciu și anionilor HCO_3^- solurile calcaroase au pH neutru sau slab alcalin;
- ✓ azotul din solurile calcaroase se mineralizează mai repede, fosforul, fierul, manganul și MG sunt mai puțin accesibile comparativ cu solurile ce au pH acid.

Datorită acestor proprietăți ale solului, la plantele care cresc în aceste habitate rezistența acestora se micșorează dacă ele nu sunt asigurate cu ceilalți factori vitali. În raport cu elementul calciu plantele se deosebesc între ele după mai multe caractere, de exemplu multe specii de plante brasicacee și unele fabacee absorb ionii de calciu în cantități mari și îl acumulează în sucul celular. Speciile de plante din familiile poligonacee, chenopodiacee, cariofilacee și reprezentanții altor familii nu suportă concentrații mari de calciu dizolvat, de aceea ionii de calciu în celulele acestor plante sunt transformați în oxalați, care se depun în vacuolele cu suc celular. Reprezentanții acestor familii pot vegeta pe soluri calcaroase numai în cazul dacă metabolismul permite să formeze o cantitate mare de oxalați.

Studiul diversității floristice până la exploatare. Conform datelor din Atlasul RSSM (1978) [196], în aceste ecosisteme se evidențiază următoarele tipuri de vegetaţie:

- ✓ *ecosisteme silvice de stejar* (*Quercus robur* L.) cu carpen *(Carpinus betulus* L.), însoţit de *Tilia cordata* Mill – tei, *Acer campestre* L. – jugastru, *Acer tataricum* L – arţar tătăresc etc. Aici s-a format un subarboret dezvoltat cu predominarea speciilor submediteraniene: *Cornus mas* L. – corn, *Corylus avellana* L. – alun etc.;
- ✓ *ecosisteme silvice de gorun* (*Quercus petraea* Liebl) cu carpen *(Carpinus betulus* L.), însoţit de *Tilia argintea* Desf. – tei argintiu, *Acer campestre* L. – jugastru, *Acer platanoides* L. – platan de câmp etc. Stratul arbustiv este constituit din *Viburnum lantana* L. – dârmoz, *Swida sanguinea* (L.) Opiz. – sânger roșu;

✓ *ecosisteme silvice* cu dominarea *gorunului* (*Quercus petraea* Liebl) asociat cu scumpie (*Cotinus coggygria* Scop.*).* Aici stejărişul alternează cu poienele. Stratul arbustiv este format de obicei din *Cotinus coggygria* Scop. – scumpie, *Cornus mas* L. – corn și *Sorbus domestica* L. – scoruș;

✓ *ecosisteme silvice de tei* (*Tilia argintea* Desf.*)* și frasin (*Fraxinus excelsior* L.) cu dominarea gorunului (*Quercus petraea* Liebl) însoțit de *Acer campestre* L. – jugastru, *Malus praecox* (Pall.) Borkh. – măr. Stratul arbustiv este constituit din *Sorbus torminalis* Crantz – sorb, *Cornus mas* L. – corn și *Staphylea pinnata* L. – clocotiș.

În anii 80 ai sec. XX în ecosistemele naturale calcaroase au fost identificate cca 310 specii din 175 genuri grupate în 43 familii [203]. Din totalul florei, 9 familii sunt reprezentate cu mai mult de 10 specii, adică cca 69%, 13 familii sunt reprezentate cu câte o specie, celelalte familii sunt reprezentate de câte 2–9 specii.

Suprafețele cu pante calcaroase sunt relativ bogate în specii. Cele mai diverse din punct de vedere taxonomic sunt asteraceele cu 50 specii din 25 genuri (cca 16%), după care urmează lamiaceele cu 34 specii din 14 genuri (cca 11%), brasicaceele cu 26 specii din 8 genuri (9,4%) se plasează pe locul trei, iar poaceele plasate pe locul patru sunt reprezentate de 24 specii din 14 genuri (8%).

Conform datelor din Atlasul RSSM (1978) [196], pentru pantele calcaroase sunt caracteristice asociaţiile ierboase reprezentate prin următoarele specii de plante: *Aegopodium podagraria* L. (piciorul căprii), *Carex pilosa* Scop. (rogoz păros), *Primula veris* L. (ciubotica cucului), *Asarum europaeum* L. (pochivnic european), *Lilium martagon* L. (crin de pădure), *Convallaria majalis* L. (lăcrimioară), *Veratrum nigrum* L. (strigoaie neagră), în partea de nord-est a zonei, *Lonicera xylosteum* L. (caprifoi obișnuit), *Carex brevicollis* DC. (rogoz de dumbravă), *Asperula odorata* L. (lipitoare), *Hedera helix* L. (ederă), *Vinca minor* L. (brebenoc mic), *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv. (ovăsică silvatică), *Festuca gigantea* (L.) Vill. (păiuș mare), *Scopolia carniolica* Jacq. (mutulică), *Poa nemoralis* L. (firuță de dumbravă), *Stelaria holostea* L. (rocoțel lanciolat), *Melica uniflora* Retz. (mergică unifloră), *Coronilla elegans* Panc. (coroniște elegantă), *Orobus venetus* Mill. (linte albăstruie), *Lithospermum purpureo-caeruleum* L. (mergelușă), *Carex michelii* Host. (rogoz Micheli), *Orobus aureus* Stev. (linte aurie), *Alopecurus pratensis* L. (coada vulpii praticolă), *Elytrigia repens* (L.) Desv. (chirău), *Beckmannia eruciformis* (L.) Host. (becmanie obișnuită), *Trifolium pratense* L. (trifoi de luncă sau trifoi roșu), *Trifolium repens* L. (trifoi alb), *Trifolium medium* L. (trifoi mediu), *Medicago falcata* L. (lucernă galbenă).

Conform datelor din literatură, după [244], flora bazinelor acvatice a ecosistemelor petrofite este reprezentată prin următoarele specii: *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud. (stuf), *Typha sp.* (papură), *Scirpus sp.* (țipirig), *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (pipirig tuberculat), *Butomus umbellatus L.* (crin-de-baltă), *Ceratophyllum demersum L.* (cosor demers), *Najas marina L.* (inăriță), *Potamogeton crispus L.* (broascăriță creață), *Potamogeton pectinatus L.* (broscăriță crestată), *Potamogeton perfoliatus L.* (moț), *Myryophyllum verticillatum L.* (pârsnel verticilat), *Vallisneria spiralis L.* (orzoaică de-baltă), *Alisma plantago-aquatica L.* (pătlagina apei).

Conform datelor din Atlasul RSSM (1978) [196], pentru pantele calcaroase se evidențiază următoarele specii rare: *Primula veris L.* (ciubotica cucului), *Lilium martagon L.* (crin de pădure), *Convallaria majalis L.* (lăcrimioară), *Veratrum nigrum L.* (strigoaie neagră), în partea de nord-est a zonei, *Coronilla elegans Panc.* (coroniște elegantă).

Conform datelor din literatură [121], ariile naturale protejate de pe substraturi pietroase se caracterizează printr-o mare diversitate a habitatelor. În părțile de jos și de mijloc ale versanților s-au format arborete natural fundamentale în care domină *Quercus robur* L. (stejar pedunculat), cu speciile însoțitoare: *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill, *Fraxinus excelsior* L., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L. etc. În stratul arbuștilor sunt frecvente: *Cornus mas* L., *Corylus avellana* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Crataegus monogyna* Jacq., *Staphylea pinnata* L., *Viburnum lantana* L., *Swida sanguinea* (L.) Opiz., *Ligustrum vulgare* L., *Rhamnus cathartica* L., *Rosa canina* L., *Prunus spinosa* L. etc. În partea superioară a versanților s-au format comunități de plante de *Quercus petraea* Liebl (gorun). În stratul ierbos sunt multe specii caracteristice pentru gorunete.

Diversitatea florei include specii de plante caracteristice stepelor xerofite și vegetației de luncă mezofită. În locurile umbroase, pe rocile ieșite la suprafață, cresc populațiile de ferigi: *Phyllitis scolopendrium* L., *Asplenium rutamuraria* L., *Asplenium trichomanes* L., *Cystopteris fragilis* L., *Polypodium vulgare* L. Pe rocile cu multă lumină cresc plante suculente: *Sedum acre* L., *Sedum maximum* L. și plante rare: *Schivereckia podolica* Besser Andrz. ex DC., *Alyssum saxifraga* etc.

Studiul fondului forestier a trupurilor de pădure Rotari și Păpăuți până la exploatare. Până în anul 1965, pădurile din acest teritoriu se gospodăreau în vederea asigurării permanenţei recoltelor de masă lemnoasă (lemn gros şi foarte gros pentru gater, mobilă şi alte utilizări). Necesităţile de lemn de mici dimensiuni şi mijlocii erau asigurate prin lucrările de îngrijire. Nu erau neglijate nici sortimentele secundare de lemn de foc pentru populaţie. Nu se punea problema unei gospodării diferenţiate a pădurilor.

După 1965 s-a pus problema pădurilor de producţie şi s-a ajuns la necesitatea unei gospodăriri diferenţiate a pădurilor, astfel toată suprafaţa OS Rezina actualmente OS Cinișeuți a fost încadrată în grupa I funcţională – păduri cu funcţii de protecţie. Reglementarea producţiei s-a făcut ţinându-se seama de încadrarea funcţională, excluzându-se de la tăieri anumite arborete cu funcţii speciale de protecţie (a solului, a apelor, etc.).

Pentru a stabili starea fondului forestier din zona studiată până la darea în exploatare a uzinei s-a recurs la selectarea a două trupuri de pădure Rotari și Păpăuți din imediată (aproximativ 1 km) apropiere situate pe teritoriul primăriei Păpăuți (figura 3.6). Aceste două trupuri sunt gestionate de către OS Cinișeuți, Întreprinderea pentru Silvicultură Șoldănești.

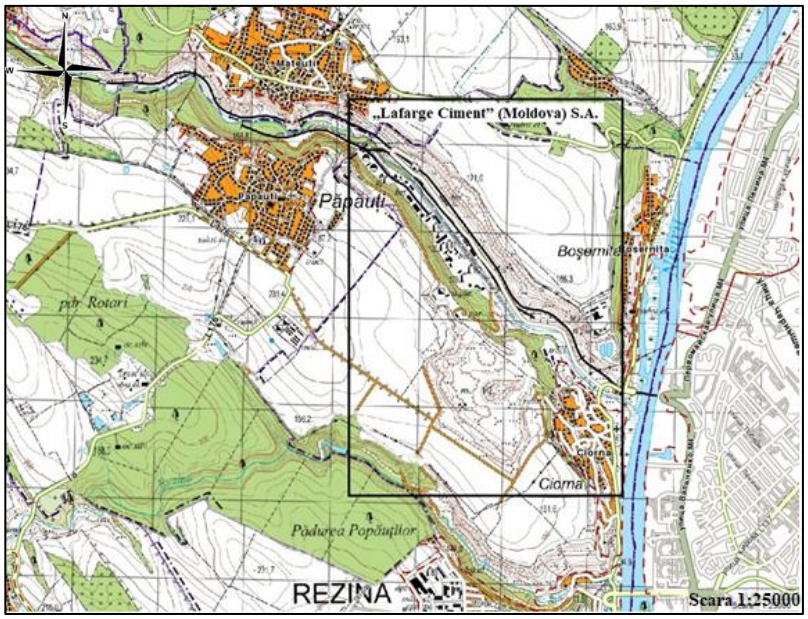


Fig. 3.6. Fragment al hărții zonei studiate (2013) [75]

Suprafața celor două trupuri de pădure este de 653,3 ha (TR Rotari – 488,0 ha și TR Păpăuți – 165,3 ha).

Principalele specii din compoziția arboretelor sunt cvercineele (gorun, stejar), carpen, frasin, jugastru, paltin de câmp, paltin de munte și arțar tătărăsc. Din introducenți menționăm arțarul american, salcâmul și stejarul roșu.

În anul 1885 în aceste trupuri de pădure unele suprafețe au fost parcurse cu însămânțări naturale cu stejar. Până la darea în exploatare a uzinei de ciment stejarul prezenta creșteri normale, înălțimea medie constituia 19 m, iar diametru 36, clasa a doua de producție 2, consistența 0,5 cu vitalitate normală.

În anul 1935 sau regenerat natural suprafețe cu stejar pedunculat, înălțimea medie a acestora constituia 14 m, diametrul 18, clasa a doua de producție, consistența 0,7 cu vitalitate normală. Tot în acea perioadă suprafețe de stejar sau regenerat din lăstari, înălțimea medie constituia 17 m, diametrul 18, consistența 0,8 de asemenea cu vitalitate normală.

În anul 1967 au fost parcurse cu plantări suprafețe cu pin și salcâm. Înălțimea pinului constituia 6 m, diametru 8, consistența 0,7 iar înălțimea salcâmului constituia 9 m, diametru 8, consistența 0,8 ambele specii cu vitalitate normală.

Pădurea este considerată sănătoasă atunci când are capacitatea de a se menține din punct de vedere ecologic și social. Ecologic, pădurea este sănătoasă atunci când își menține diversitatea biologică, procesele naturale, structura, compoziția și funcțiile de bază. Social, o pădure sănătoasă poate să asigure necesitățile oamenilor în valori, produse și servicii [2, 81].

Studiul diversității faunistice până la exploatare. Lumea animală este componenta complementară a biotei şi veriga indispensabilă în lanţurile trofice, ea activ influenţează asupra funcţionării biocenozelor, structurii şi fertilităţii solului, la formarea învelişului vegetal, proprietăţilor biologice ale apelor şi calitatea mediului în general.

Stâncăriile sunt populate de 38 specii de animale vertebrate terestre, preponderent mamifere şi păsări. Aici îşi găsesc refugiul speciile vulnerabile şi periclitate, precum *Spermophilus citellus* (popândăul comun), *Neophron percnopterus* (hoitarul), *Falco peregrinus* (şoimul călător), *Bubo bubo* (buha), *Columba oenas* (porumbelul-de-scorbură), *Elaphe longissima* (şarpele-lui-Esculap), *Coluber jugularis* (şarpele-cu-abdomen galben) şi *Coronella austriaca* (şarpele-de-alun). S-a constatat că efectivul speciilor de şerpi este într-o slabă creştere. Dintre animalele vertebrate comune în stâncării trăiesc *Martes foina* (jderul-de-piatră), *Phoenicurus ochruros* (codroşul de munte), *Columba livia* (porumbelul-de-stâncă), *Monticola saxatilis* (mierla-de-piatră), *Oenanthe oenanthe* (pietrarul) etc. [103]. După cercetările lui Derjanschi V. (1989) [212], prin care s-a stabilit că dintre 173 specii de heteroptere, exclusiv pe pantele calcaroase populează 19 specii xerotermofile (*Criocoris crassicornis, Macroplax preissleri, Jalla dumosa,* etc.), sau forme oligofitofage, trofic asociate cu plantele-gazdă – *Eurycolpus flaveolus, Catoplatus carthusianus, Vilpianus galii,* etc. Unele specii (*Copium clavicorne, C. teucrii, Pyrrhocoris marginatus*, etc.), întâlnite la sudul ţării în biotopuri stepicole, în centru şi la nord au fost semnalate pe vegetaţia pantelor calcaroase.

După vegetaţie, biotopurile în care au fost studiate nevertebratele pot fi atribuite la 4 tipuri: 1 – *pantele calcaroase* crescute preponderent cu plante erbacee (*Galium sp., Teucrium sp., Achillea sp.*, etc.) şi arbuşti mici (*Thymus sp., Genista sp.*); 2 – *pădure cu dominarea* stejarului (*Quercus sp.*), frasinului (*Fraxinus sp.*), arţarului (*Acer sp.*) şi ulmului (*Ulmus sp.*); 3 – *fragmente a pantelor calcaroase cu insuliţe de arbuşti* (*Cotinus sp., Crataegus sp., Rosa sp., Prunus sp.*); 4 – *culturile agricole* (grâu, porumb, floarea-soarelui, etc.), care fac parte din asolamentul agrobiocenozelor adiacente. Atât poziţia biotopurilor cercetate, cât şi elementele landşaftice ale teritoriului studiat au favorizat la formarea unei faune bogate de nevertebrate terestre.

1. *Pantele calcaroase cu vegetaţie erbacee.* Aceste habitate deseori sunt supuse acțiunii temperaturii ridicate (mai ales în anii secetoşi), de aceea entomofauna s-a dovedit a fi

săracă. Au fost semnalaţi câţiva cărăbuşi din genul *Lethrus*. Specia *Lethrus apterus* (forfecar) este cunoscută ca consumător al plantelor spontane şi cultivate, de aceea, apariţia ei în preajma agrocenozelor este alarmantă.

Vara pe plantele erbacee au fost înregistrate diferite specii din ord. Orthoptera – *Acrida hungarica* (lăcusta cu rât), *Gryllus campestris* (greierul de câmp), *Tettigonia viridissima* (cosaş verde) şi 6 specii din genul *Chorthippus*. Din clasa Gastropoda au fost semnalate 2 specii: *Helicella candicans* (melcul) şi *Helix pomatia* (melcul viţei-de-vie).

În prima jumătate a verii, când vegetaţia este în dezvoltare, aici sunt frecvenţi fluturii diurni care îşi caută hrana şi partenerii pentru împerechere. Din fam. Nymphalidae a fost înregistrată specia *Polygonia c-album,* iar din fam. Lycaenidae – diferite specii de albastrele din genul *Polyommatus*.

2. *Pădure.* În urma cercetărilor s-a stabilit că pentru nevertebrate ca habitate mai preţioase sunt plantele ierboase din liziere, mici poieniţe şi marginile drumurilor parcelare. Dintre insecte (cele mai răspândite nevertebrate), preponderent au fost înregistrate diferite lepidoptere (specii din genurile *Pieris, Colias, Vanessa*), coleoptere – carabide, stafilinide şi crizomelide. În pădure au fost depistaţi arbori bătrâni căzuți la pământ. Aceștia sunt nişte „microrezervaţii" pentru multe specii de insecte rare – lucanide, croitori, carabide etc.

Pădurea este situată în loc umed, de aceea fauna insectelor este alcătuită din specii mezofile sau, chiar higrofile. În perioada secetoasă a verei aici pot să se concentreze multe insecte din biotopurile mai xerotermice. Litiera este bine dezvoltată şi populată de stafilinide, carabide şi alte artropode edafice.

Reprezentanţii fam. Scarabaeidae (*Cetonischema aeruginosa*) se întâlnesc în materialul lemnos putred şi umed, iar speciile din fam. Carabidae (*Carabus* sp.) – în materialul lemnos uscat. Aceste specii se hrănesc în stadiul de adult şi larvă cu frunze, muguri, lăstari şi fibre lemnoase descompuse sau semidescompuse. Adulţii şi larvele speciilor din fam. Cerambycidae, care au un habitus destul de mare, sunt iniţiatori primari în procesele de descompunere a materialului lemnos, facilitând astfel accesul la aceste resurse şi altor organisme saproxilice. Dintre insectele evidenţiate o parte (4 specii) sunt incluse în CR a Moldovei ed. III: *Lucanus cervus* (rădaşca), *Zerynthia polyxena* (fluturile polixena) și CR a Moldovei ed. II: *Iphiclides podalirius* (fluturile podalir), *Xylocopa valga* (albina-valga).

În perspectivă acest sector de pădure poate fi ca un „acumulator" al faunei de insecte folositoare, inclusiv diferiţi entomofagi pentru reglarea numerică a dăunătorilor din agrocenozele învecinate.

În diferite bazine acvatice temporare (băltoace) şi pârâiaşe au fost înregistrate insecte coleoptere acvatice care fac parte din fam. Dytiscidae – *Dytiscus dimidiatus, Colymbetes fuscus* şi *Scarodytes halensis*. Cunoaşterea componenţei specifice a acestui grup taxonomic este important, fiindcă unele specii sunt utilizate ca bioindicatori ai purităţii apelor.

3. *Pante calcaroase cu insuliţe de arbuşti.* În perioada înfloririi plantelor superioare au fost observate multe specii de fluturi diurni, care se hrăneau cu nectarul florilor – *Pieris brassicae* (fluturele de rapiţă), *Colias hyale* (fluturele portocaliu sau fluturele de fân), *Anthocharis cardamines* (fluturele-zorile) şi *Polyommatus icarus* (albăstriţa).

Totodată, condiţiile ecologice din sectorul studiat sunt atractive pentru un şir de insecte rare, cum sunt fluturii *Iphiclides podalirius* (podalir), *Zerynthia polyxena* (polixena), *Aglais urticae* (urzicarul) şi cea mai mare insectă din Europa – *Saturnia pyri* (ochi-de-păun-mare).

4. *Culturile agricole.* În mod special au fost cercetate semănăturile de cerealiere, floarea-soarelui, rapiţa de toamnă şi lucernă. Aceste biotopuri formează cu parcelele naturale (lizierele pădurii, tufişuri, etc.) perechi foarte „active" în vederea influenţei reciproce şi schimbului cu specii de insecte, care uneori sunt dăunătoare culturilor agricole.

Dintre alte insecte depistate preponderent în litieră mai frecvente au fost coleopterele, fiind reprezentate cu specii din genurile *Dorcadion, Gastrophysa, Opatrum*, ş.a. Cel mai numeros a fost *Opatrum sabulosum* (gândacul pământiu) din fam. *Tenebrionidae*. Această specie hibernează sub frunzar şi resturi vegetale în stadiu de adulţi, care primăvara apar imediat după topirea zăpezii şi la sfârşitul lunii martie – început de aprilie sunt deja destul de activi.

Tot aici, în preajma unui lot neprelucrat câţiva ani (pârloagă), a fost observată în zbor o specie de cărăbuşi. Sub această denumire sunt cunoscute mai multe specii de gândaci din fam. *Scarabaeidae*. Cele mai importante specii din Europa Centrală şi de Est sunt *Melolontha melolontha* (cărăbuşul de mai), *Amphimallon solstitialis* (cărăbuşul de iunie) şi *Cetonia aurata* (cărăbuşul auriu).

În agrocenozele învecinate cu grâu-de-toamnă s-au manifestat câteva focare a speciei *Zabrus tenebrioides* (gândacul ghebos) din fam. Carabidae. Pe un pom de nuc a fost semnalat un focar de *Hyphantria cunea* (omida păroasă a dudului sau fluturele alb american).

Studiul speciilor de nevertebrate protejate sau cu relevanţă deosebită (incluse în CR) din zona de referinţă în perioada anterioară exploatării carierei de calcar. O valoare deosebită dintre nevertebratele semnalate de pe teritoriul studiat le constituie speciile incluse în CR a RM [24] şi diferite „liste roşii" la nivel european şi mondial. Astfel pe teritoriul studiat au fost depistate 6 specii din CR a RM, 2 specii din lista IUCN (Lista Roşie Mondială), 2 specii –

din Anexe la convenţia de la Berna şi 3 specii incluse în Anexele II şi IV la Directiva CE (tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Lista speciilor nevertebrate incluse în Cartea Roșie

Nr. d/o	Specia	Lista şi categoria de raritate				
		CRRM	**IUCN**	**Be**	**Ha**	**Lo**
1	*Morimus funereus* Mulsant	+	+		+	
2	*Lucanus cervus* L.	+		+	+	
3	*Saturnia pyri* Denis & Schiffermüller	+				
4	*Iphiclides podalirius* L. (CRRM ed. II)	+				
5	*Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermüller	+		+	+	
6	*Aglais urticae* L.					+
7	*Neozephyrus quercus* L.					+
8	*Formica rufa* L.		+			+
9	*Xylocopa valga* Gerstaecker (CRRM ed. II)	+				+
Total		6	2	2	3	4

Notă: **CRRM** – Cartea Roşie a RM, **IUCN** – Lista Roşie Mondială (IUCN World Red List), **Be** – Anexele II şi III la Convenţia de la Berna, **Ha** – Anexele II şi IV la Directiva CE referitoare la conservarea habitatelor naturale şi a florei şi faunei sălbatice, **Lo** – Lista Operaţională naţională a speciilor rare.

3.4. Structura taxonomică și distribuția florei în dependență de vârsta haldelor și diversitatea faunei din carieră

Pe teritoriul carierei „Lafarge Ciment”, în urma extragerii calcarului s-au format HS cu vârste de 25, 20, 10, 5 și 0 ani (figura 2.2). Spectrul taxonomic al florei vasculare din cariera „Lafarge Ciment” a or. Rezina pune în evidenţă prezenţa a 125 specii din 108 genuri, grupate în 42 familii (tabelul 1 din Anexa 2). Flora investigată, comparativ cu diversitatea floristică identificată de diferiţi autori până la darea în exploatare a carierei, este redusă. Astfel, conform datelor până în anul 1980 în ecosistemele naturale calcaroase au fost identificate 310 specii în exclusivitate spontane, deoarece în această listă nu sunt incluse speciile ruderale şi segetale [203].

Foto 3.2. Aspectul general al lacului amplasat în cariera de calcar „Lafarge Ciment”

Lacul amplasat în carieră, puțin spre nord-vest de centrul acesteia cu suprafața de aproximativ 75 ari, perimetrul – 365 m și adâncimea de 4 m, servește drept bazin de acumulare a apelor freatice și pluviale din perimetrul

carierei (foto 3.2). Fiind situat la altitudine mai joasă decât masivul de exploatare a calcarului în lac se acumulează în principal apele de filtrare, volumul cărora este de peste 32 mii m^3 pe lună. Periodic, aceste ape sunt evacuate în r. Ciorna.

Mineralizarea apei din lac este relativ scăzută, reziduul uscat fiind de 0,37–0,50 g/l. S-a constatat că cantitatea solidelor în suspensie în apa lacului este relativ mare fiind de 70–180 mg/l, ceea ce presupune un risc de depășire a CMA în recipientele naturale de deversare a acestor ape. Rezultatele analizelor chimice a probelor de apă din ecosistemul acvatic a demonstrat, că conținutul (SO_4^-, Cl^-, $N(NH_4^+)$, $N(NO_2^-)$, $N(NO_3^-)$, Ca^{2+}, Mg^{2+}) nu depășesc CMA (tabelul 1 din Anexa 1). După conținutul de MG (Cu^{2+}, Ni^{2+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}) depășiri CMA sunt numai după ionii de cupru, zinc și crom (tabelul 3.2).

Tabelul 3.2. Conținutul metalelor grele în probele de apă din lacul carierei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Nr. d/o	Locul de colectare	Cu	Ni	Zn	Pb	Cr
		mg/l				
1.	Lacul carierei „Lafarge Ciment"	0,010	0,0038	0,042	0,0002	0,032
2.		0,020	0,0024	0,038	0,0001	0,025
3.		0,010	0,0035	0,045	0,0003	0,034
CMA (apă de suprafață), mg/l		0,001	0,0100	0,010	0,0300	Cr^{6+} – 0,020 Cr^{3+} – 0,005

Biodiversitatea din situl cercetat de pe teritoriul carierei, determină stabilitatea acestui ecosistem şi este reprezentată de specii de plante și animale euribionte şi stenobionte.

În bazinul acvatic lângă mal vegetează speciile de plante hidrofite: *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud. (stuf), *Typha latifolia* L. (papura lată), *Typha angustifolia* L. (papura îngustă), *Alisma plantago-aquatica* L. (brâncăriță), *Juncus sp.* (pipirig), *Polygonum hydropiper* L. (troscot de apă) (tabelul 1 din Anexa 2).

Cercetările floristice pe teritoriul limitrof bazinului acvatic, indică o diversitate redusă, unde vegetează 28 de specii de plante, inclusiv şi specii adaptate la un regim hidric satisfăcător cum sunt speciile de *Lythrum salicaria* L. (răchitan), *Eupatorium cannabium* L. (cânepa codrului), *Coronilla varia* L. (coronişte) etc. [31].

Alte specii care vegetează pe acest sit se caracterizează printr-o abundenţă redusă. În majoritatea acestea sunt plante spontane, dar sporadic pot fi întâlnite şi specii segetale, cum ar fi: *Echinochloa crus-galli* L. (costrei), *Convolvulus arvensis* L. (volbura de câmp), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrâniş anual) etc. Tot aici au fost identificate şi unele specii de plante medicinale

cum sunt: *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Melilotus albus* Medik (sulfina albă), *Daucus carota* L. (morcov sălbatic). Gradul de acoperire a covorului vegetal este mai înalt pe locurile mai umede ale acestui sit (80%), celelalte sectoare au un grad de acoperire mai redus, fiind ocupat de vegetaţie cu 50–60%.

În planctonul bazinului acvatic vegetează speciile din filumurile: Cyanophyta (*Gloeocapsa sp.*); Chlorophyta (*Oocystis sp. Naegheli* in A. Braun., *Ankistrodesmus angustus* (Bern.) Korschik., *Ankistrodesmus minutissimus* Korschik., *Scenedesmus oblicus* (Turb.) Kuetz.); Bacillariophyta (*Synedra acus* Kutz., *Synedra ulna* (Nitzch.) Her., *Campylodiscus clypeus* Ehr., *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grunow., *Navicula rhynchocephala* Kutzing, *N. cryptocephala* Kutz. *Var. cryptocephala*, *Caloneis amphisbaena* (Bory.) Cl., *Cymbella prostrata* (Berkeley) Grunow., *Rhoicosphenia curvata* Grun.). Speciile de diatomee care vegetează în planctonul bazinului acvatic din cariera uzinei sunt în majoritate specii larg răspândite în bazinele acvatice ale interfluviului Nistru-Prut [31].

În majoritate speciile de alge depistate în lac se referă la intervalul de saprobitate α-, β-mezosaprob, ceea ce indică un grad de poluare redusă și medie a apei bazinului.

Halda de 25 ani se caracterizează prin diversitate floristică maximală unde vegetează 73 de specii, aportul cărora în formarea covorului vegetal este diferit (tabelul 1 din Anexa 2). În primul rând, trebuie menţionat, că o bună parte a suprafeţei sitului este acoperită de plante lemnoase de diferită vârstă [30]. Poziţia dominantă printre acestea este ocupată de specia invazivă *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), care pe alocuri creşte atât de abundent, încât face imposibilă deplasarea pe aceste sectoare. Printre plantele lemnoase cu o abundenţă mai redusă vegetează *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Acer negundo* L. (arţar american), *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm alb), care de asemenea sunt specii invazive, însă vegetarea mai moderată a acestor specii se explică, probabil, prin condiţiile mai puţin favorabile pentru dezvoltarea lor. Printre aceste specii dominante noi am depistat şi exemplare separate de pomi fructiferi, de exemplu: *Juglans regia* L. (nuc), *Armeniaca vulgaris* Lam. (zarzăr), *Cerasus avium* (L.) Moench (cireș), *Malus domestica* Borkh. (măr), *Malus sylvestris* Mill. (măr pădureț). Aceste specii au pătruns în ecosistemul cercetat pe calea ornitocoriei (răspândirea fructelor şi a seminţelor cu ajutorul păsărilor). Destul de abundent este covorul vegetal al pantei din acest sit, în locurile neacoperite de arbori şi arbuşti, astfel suprafaţa solului în aceste sectoare este acoperită în întregime de specia dominantă *Knautia arvensis* (L.) Coult. (muşcata dracului), la care în anul 2013, înălţimea tulpinei atingea circa 3 m. Suprafaţa de acoperire a sectoarelor cu *Knautia arvensis* (L.) Coult. (muşcata dracului) şi în anul 2014 atinge circa 90%. Un grad înalt de abundenţă a învelişului ierbaceu a fost depistat la baza pantei unde solul este mult mai umed şi covorul vegetal este format aici dintr-un număr mai mare de specii, inclusiv Poacee: *Festuca*

pratensis Huds. (păiuş), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (pir) etc. Destul de frecvente în acest sit sunt şi speciile invazive erbacee, cum ar fi: *Sonchus arvensis* L. (susai), *Arctium lappa* L. (brusture), *Xanthium strumarium* L. (cornuţi), *Knautia arvensis* (L.) Coult. (muşcata dracului), *Crepis rhoeadifolia* Bieb. (gălbenuş), *Urtica dioica* L. (urzica), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămida) etc. Unele specii de plante medicinale se întâlnesc sporadic pe acest sector de exemplu: *Lotus corniculatus* L. (ghizdei corniculat), *Inula helenium* L. (iarba mare), *Potentilla argentea* L. (scrântitoare), *Agrimonia eupatoria* L. (turicioara), *Onopordum acanthium* L. (scai obişnuit), *Achillea millefolium* L. (coada şoarecelui), *Valeriana officinalis* L. (odolean medicinal), *Cichorium intybus* L. (cicoare) etc. Unele specii de plante au fost depistate în exclusivitate doar pe această haldă, cum ar fi: *Carthamus lanatus* L. (pintenoaga), *Inula helenium* L. (iarba mare) şi *Solanum dulcamara* L. (lăsnicior), (foto 1 din Anexa 10).

Foto 3.3. *Vitis sylvestris C. C. Gmel.* (viţă-de-pădure)

Trebuie de menționat, că în toamna anului 2018 pe halda de 25 ani a fost identificată specia rară inclusă în CR a RM [24] *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. (viţă-de-pădure), care până acum nu a fost înregistrată în cadrul carierei de calcar (foto 3.3).

În anul 2014 a fost presupus că specia *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. – viţa-de-vie sălbatică, poate vegeta în aceste condiţii. Deducerile se bazau pe observaţiile efectuate în afara carierei, unde s-a observat prezenţa acestei specii în componenţa fâşiei de vegetaţie de pe marginea drumului, ce duce spre carieră, dar şi pe teritoriul fabricii unde are loc prelucrarea primară a calcarului. Prin intermediul păsărilor fructele acestei specii, la sigur pot fi răspândite şi pe teritoriul carierei, unde având condiţii favorabile seminţele pot germina şi da naştere plantelor care pot fi observate la suprafaţa coroanelor copacilor, din cauza că, tulpinile de *viţă de vie* sălbatică, care este o liană poate ajunge până deasupra coroanei copacilor.

Halda de 20 ani se caracterizează printr-o diversitate relativ înaltă, în total 68 specii de plante lemnoase şi erbacee (tabelul 1 din Anexa 2). Vegetaţia acestui sit de asemenea, este dominată de specia lemnoasă *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), care este însoţit de *Acer negundo* L. (arţar american), *Robinia pseudoacacia* L. (salcâmul alb) şi specii de arbuşti, mai frecvente fiind *Crataegus monogyna* Jacq. (păducel) şi *Rosa canina* L. (măceş). Deşi abundenţa speciilor erbacee pe pantele acestei halde este mai redusă comparativ cu cea a haldei

precedente, totuşi solul este acoperit de covorul vegetal la 60–70%, iar baza pantei este acoperită aproape în întregime de plantele erbacee, destul de abundente fiind speciile de plante invazive cum sunt: *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia), *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey. (lăptuc), dar şi unele specii neagresive: *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Xeranthemum annuum* L. (imortele), *Verbascum nigrum* L. (lumânărica), *Echium vulgare* L. (iarba şarpelui), *Tanacetum vulgare* L. (vetrice) etc. Ca şi în situl precedent pe pantele acestui sector al carierei am depistat pe alocuri exemplare de *Cerasus avium* (L.) Moench (cireş) şi *Juglans regia* L. (nuc), aproape de aceeaşi vârstă cu arborii acestor plante din situl precedent. Specia *Knautia arvensis* (L.) Coult. (muşcata dracului), care în situl precedent vegeta cu o abundenţă extrem de înaltă, pe acest sit vegetează mai moderat.

Pantele haldei de 20 de ani sunt favorabile pentru dezvoltarea speciei *Verbascum nigrum* L. (lumânărica), mai favorabil pentru dezvoltarea acestei specii judecând după tulpinile uscate, au fost condiţiile anului precedent (2013). În anul 2014 condiţiile mediului sunt mai puţin favorabile pentru dezvoltarea acestei specii, atât pe pantele haldei, cât şi la baza ei. În preajma drumului am depistat un număr mare de rozete de frunze a acestei plante, care în următorul an 2015, în prezenţa unor condiţii favorabile în ecosistem, aceste exemplare vor genera şi lăstari floriferi, care uneori ating înălţimea maximă de circa 2 m. Această specie, când se dezvoltă abundent atribuie un aspect decorativ al pantelor calcaroase şi înviorează aspectul în ansamblu al ecosistemului (foto 1 din Anexa 10).

La hotarul între haldele de 20 și 25 ani a fost identificată specia sporofită *Equisetum hyemale* L., (coada calului), la fel până acum nu a fost înregistrată în cadrul carierei de calcar. Sectorul unde am depistat această specie avea o umiditate sporită din cauza acumulării apelor de scurgere de pe terasele haldei de 25 ani spre baza ei, unde se întinde traseul rutier din cadrul carierei, ce separă aceste 2 halde. De asemenea, am identificat pentru prima oară în carieră și specia *Silene fabaria* L. (guşa porumbelului) răspândită pe haldele de 10 și 20 ani.

Diversitatea floristică a haldei de 10 ani este mult mai redusă comparativ cu cea a siturilor precedente şi este reprezentată de 30 specii de plante, inclusiv unica specie de plantă lemnoasă – *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), (tabelul 1 din Anexa 2). Această specie care pe haldele precedente formau hăţişuri de nepătruns, pe halda de 10 ani are o dezvoltare mai moderată, plantele acestei specii ating circa 2,5–3 m înălţime, sunt repartizate difuz pe suprafaţa sitului. Speciile de plante erbacee care vegetează în acest sit formează un covor compact, unde ponderea principală îi revine speciei invazive *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia), dar destul de frecvente sunt şi speciile *Melilotus albus* Medik. (sulfina albă), *Echium vulgare* L. (iarba şarpelui), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrâniș anual), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămida) şi

Polygonum aviculare L. (troscot), (foto 1 din Anexa 10). Gradul de acoperire în ansamblu pe acest sit este destul de înalt şi constituie circa 80–90%.

Halda cu vârsta de 5 ani este reprezentată de 26 de specii de plante erbacee, puieţi şi copăcei tineri de plante lemnoase (tabelul 1 din Anexa 2). Gradul de acoperire a suprafeţei este redus şi poate fi apreciat cu circa 20–30%. În acest sit se observă o creştere intensă atât în lungime a tulpinii plantelor, care uneori poate depăşi 1,0–1,3 m, cât şi în grosimea tulpinii. De exemplu, *Coronilla varia* L. (coronişte) din haldele precedente avea tulpinile până la 1m lungime, pe când pe această haldă lungimea tulpinii atingea 1,5 m. O creştere intensă a tulpinilor pe acest sector se observă şi la speciile de *Lotus corniculatus* L (ghizdei), *Linaria vulgaris* Mill. (linăriţa), *Echium vulgare* L. (iarba şarpelui), *Rumex conglomeratus* Murr. (măcriş), *Polygonum aviculare* L. (troscot), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrâniş), *Crepis rhoeadifolia* Bieb (gălbenuş), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămida) etc. Fructele de *Tussilago farfara* L. (podbal) fiind răspândite de vânt (anemocorie) şi nimerind într-un regim de umiditate favorabil au generat plante care se simt satisfăcător în acest sit sărac în nutrienţi, dar această condiţie este compensată de spaţiul suficient pentru dezvoltare şi o concurenţă interspecifică mult mai redusă. Teritoriul virgin a acestui sit care este puţin favorabil pentru dezvoltarea plantelor, totuşi a devenit mediul de trai al speciilor lemnoase de *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Populus sp*. (plop), *Acer negundo* L. (arţar american) şi chiar pentru puietul de *Juglans regia* L. (nuc). Cu timpul aceste specii ca şi în siturile precedente vor forma un înveliş vegetal compact determinând etajul superior al vegetaţiei. Desigur, că în următorii ani de pe acest platou pot să dispară aşa specii de plante sigitale (buruieni) cum sunt: *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (meiul găinii), *Crepis rhoeadifolia* Bieb (gălbenuş), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămida), *Bromus arvensis* L. (obsiga) sau se vor păstra prin exemplare solitare la periferia haldei. Aceeaşi situaţie probabil în viitor se va contura şi pentru speciile invazive: *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrâniş anual), *Erigeron canadensis* L. (bătrâniş canadian) şi *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia) [19].

Instalarea spontană pe halde a vegetației naturale destul de abundente are un rol important în protecția haldei împotriva eroziunii și în începerea procesului de formare a solului.

În baza studiului floristic de pe haldele de steril din carieră a fost observat procesul de inițiere și restabilire a următoarelor asociații de plante:

1. de păiuș *(Festuca pratensis* Huds.) cu alte ierburi, care se dezvoltă abundent la baza haldei de 25 ani și la nivelul teraselor de pe platoul haldei de 20 ani.
2. de sulfină galbenă (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), care se dezvoltă abundent pe platoul haldei de 20 ani.

3. de măslin sălbatic (*Elaeagnus argentea* Pursh și *Elaeagnus angustifolia* L.), care se dezvoltă abundent pe toate haldele de steril.

Pe HS proaspăt depozitată în rezultatul răspândirii fructelor și a semințelor pe cale zoocorică, anemocorică, hidrocorică, antropocorică s-au dezvoltat următoarele specii de plante erbacee: *Rumex conglomeratus* Murray (măcriș conglomerat), *Cardaria draba* (L.) Desv (urda vacii), *Coronilla varia* L. (coronişte), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Sonchus arvensis* L. (susai), *Medicago lupulina* L. (lucerna lupulină), *Trifolium fragiferum* L. (trifoi de-furaj), *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia), *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. (meiul găinii), *Atriplex tatarica* L. (loboda tătărească), *Papaver rhoeas* L. (mac), *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. (cruciulița vernală), *Polygonum aviculare* L. (troscot), *Galium aparine* L. (turița), *Lathyrus tuberosus L.* (oreșnița), *Fumaria officinalis* L. (fumărița), *Tussilago farfara* L. (podbal), *(Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (= *Matricaria perforata* Merat) (matricarie perforată), *Artemisia absinthium* L. (pelin alb), *Artemisia vulgaris* L. (pelin), *Plantago lanceolata* L. (pătlagina îngustă), *Bromus arvensis* L. (obsiga), *Plantago major* L. (pătlagina mare), *Carduus hamulosus Ehrh.* (spin*)., Daucus carota* L. (morcov sălbatic), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămida), *Alyssum calycinum* L. (albița), *Verbascum nigrum* L. (lumânărica), *Achillea millefolium* L. (coada şoricelului), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (pir), în lipsa speciilor concurente aceste specii au atins un efectiv destul de mare, mai cu seamă speciile *Sonchus arvensis* L. și *Medicago lupulina* L., care în primul an de vegetație au atins dimensiuni mari în lungime (tabelul 1 din Anexa 2). Tulpinile târâtoare ale speciei *Medicago lupulina* L. în vara anului 2017 formau un covor compact la suprafața solului, astfel se păstra umiditatea solului. Plantele au înflorit abundent și au format o cantitate impunătoare de semințe, ceea ce le-a asigurat o dezvoltare intensă și pe parcursul perioadei de vegetație a anului curent. Specia *Sonchus arvensis* L. care este o specie cu amplitudine ecologică largă, datorită fructului achenă înzestrat cu papus, foarte ușor transportat cu ajutorul vântului, se răspândește intens în cadrul carierei. Această specie pe lângă cantitatea enormă de semințe produse de o singură plantă se înmulțește intens și pe cale vegetativă, datorită mugurașilor adventivi de pe rădăcinile laterale ale plantei. Datorită acestor adaptări, aceste 2 specii au devenit dominante pe suprafața terenului experimental. Pentru ca aceste specii să nu fie un obstacol în creșterea speciilor experimentale de arbori și arbuști, ele au fost stârpite manual [32, 33].

Studiul diversității faunistice în zona carierei de calcar „Lafarge Ciment”. Ornitofauna din carieră este prezentată de către 12 specii (tabelul 1 din Anexa 4) [20]. Speciile *Larus argentatus* Pont. (pescăruș argintiu) și *Larus ridibundus* L. (pescăruș râzător) sunt specii invazive pe linie trofică. Specia *Buteo rufinus* Cretzsch. (șorecar mare) cuibărește doar în carieră,

unde și-a găsit condiții favorabile și nu este prezentă în afara ei, iar specia *Anas platyrhynchos* L. (rață mare) se întâlnește în zona umedă a carierei numai la popas în perioada de migrație. Majoritatea păsărilor aflate în zona carierei populează terenurile înverzite, unde se restabilește mediul natural și stresul din partea activității omului este mai slab pronunțat.

Fauna spațiului exterior carierei este cu mult mai bogată decât cea din interiorul carierei și nu numai din motiv de diversitate topică, dar și datorită condițiilor de trai întâlnite aici. Predominarea suprafeței pietroase, lipsită de vegetație, solul format în majoritate din roci de vârstă arhaică, nisip, piatră și lut, deficitul locurilor umede, prezenţa prafului, a zgomotului produs de mașini și diverse mecanisme sunt factorii principali care influenţează negativ fauna din carieră. În esenţă, fauna întâlnită în carieră este concentrată în sectoarele, în care activitatea omului a fost oprită, astfel încât au apărut condiţii favorabile pentru restabilirea naturală a biotopurilor. Pe terasele stâncoase artificiale, unde lucrările sunt deja finalizate, are loc procesul de formare a condițiilor prielnice pentru unele specii de animale. De exemplu, aici și-a găsit loc pentru cuibărit răpitorul *Buteo rufinus* Cretzsch. (șorecar mare), pe alocuri cuibăresc *Hirundo rustica* L. (rândunică), *Phoenicurus ochruros* Gmel. (codroș de munte), *Motacilla alba* L. (codobatura albă), *Oenanthe oenanthe* L. (pietrar de deșert), se întâlnesc *Athene noctua* Scop. (cucuvea), *Otus scops* L. (ciuf pitic).

Datorită modificării landșaftului, în zona carierei au apărut specii caracteristice diferitelor biocenoze şi care aici nu se atestau anterior. Acestea sunt reprezentate prin specii de pădure, sinantrope, acvatice, de câmp, luncă și stepă, inclusiv speciile reprezentative de galiforme și paseriforme. Au apărut la cuibărire și alte specii, anterior invazive, printre care se evidențiază corvidele.

În carieră a fost semnalată la cuibărire specia *Buteo rufinus* (șorecar mare), care pentru RM este o specie foarte rară. În afara carierei ea nu cuibărește, deoarece numai aici are toate condițiile prielnice pentru trai, datorate regimului ei intern destul de liniștit, fapt care asigură minimizarea deranjului. Tot aici a fost atestată colonia de *Riparia riparia* L. (lăstun de mal), constituită din circa 120 de vizuini (cuiburi), construite într-un perete de mal nisipos, realizat artificial în procesul lucrărilor tehnice. Împreună cu lăstunul aici mai cuibăresc câteva perechi de păsări din specia *Merops apiaster* L. (prigorie).

Totuși, diversitatea specifică a păsărilor și cea a restului faunei de vertebrate din carieră e mai săracă, în comparaţie cu cea din preajma ei. Faptul este explicat prin aceea că, în afara carierei, fauna e completată şi cu specii invazive, ce frecventează această zonă în scop trofic, strict la necesitate, astfel încât ele apar mai mult întâmplător și pe perioade scurte. În consecinţă, este săracă diversitatea și scăzut efectivul numeric al șoarecilor, șopârlelor și insectelor, ceea ce

reduce diversitatea și efectivul speciilor de șerpi. Dintre aceste specii aici se întâlnesc *Natrix natrix* L. (șarpe de casă) și *Natrix tessellata* Laurenti. (șarpe de apă), care se hrănesc în lac cu singura specie de broaște – *Rana lessonae* Camer., deoarece populația acestora e destul de mare. Efectivul scăzut al nevertebratelor de sol este cauza numărului mic de șopârle și broaște. Din aceleași motive, este foarte rar întâlnită în carieră specia *Talpa europaea* L. (cârtița), care populează numai sectoarele periferice restaurate ale carierei.

Deficitul de bazine acvatice atât constante, cât și efemere, condițiile ecologice nefavorabile ale lacurilor sunt factorii principali care împiedică dezvoltarea păsărilor acvatice, semiacvatice și speciilor de amfibieni, precum *Triturus cristatus* Laur. (triton cu creastă), *Bombina bombina* L. (buhai de baltă cu burta roșie), *Pelophylax ridibundus* Pallas (broasca mare de lac), care sunt răspândite după hotarele carierei. La fel nu sunt prezente speciile comune *Sorex araneus* L. (chițcan de pădure) și *Sorex minutus* L. (chițcan pitic). În ecosistem se constată deficitul de apă, care privează animalele de vaduri de adăpare.

Diversitatea specifică a vertebratelor în carieră e cu mult mai săracă ca cea din afara ei, fapt ce se explică prin diferența topică a suprafețelor celor două teritorii. Locul amplasării carierei era anterior un deal cu platou și pante acoperite de vegetație de stepă pietroasă. Pe timpuri acest teritoriu nu era populat de multe specii, însă printre ele se regăseau specii rare, care ulterior au dispărut și nu atât din cauza formării carierei, cât din cauza unor factori ecologici generali, caracteristici pentru toată regiunea. Acest fapt a dus la degradarea faunei spațiilor deschise și anume a sectoarelor de stepă aflate în vecinătatea malurilor râurilor. Au fost afectate preponderent populațiile speciilor aflate între limite spațiale înguste, de exemplu cele ale speciei *Coluber caspius* Gmel. (șarpe cu burta galbenă). Unele specii, printre care *Monticola saxatilis* L. (mierla de piatră), *Neophron percnopterus* L. (hoitar alb) etc. au dispărut, ca urmare a acestui proces. Distrugerea habitatelor s-a pornit începând cu decopertarea solului și, prin aceasta, cu îndepărtarea substanțelor chimice și deteriorarea structurilor fizice de pe suprafața terenurilor respective. De aceea, în primul rând, au suferit animalele dependente de sol, speciile care își găseau aici hrana și habitatul. Odată cu dezvoltarea vegetației, se constituie o anumită succesiune şi se instalează condiţii care favorizează apariţia diferitelor specii de nevertebrate și apoi a animalelor vertebrate. În primul rând, apar specii care se nutresc cu hrana vegetală și diverse insecte. Ulterior, aici au apărut speciile galiforme și cele insectivore, care, pe lângă hrană, găsesc și loc potrivit pentru cuibărit. Mai rar se regăsesc păsările de pădure și, dintre acestea, numai cele care populează zona marginală a ecosistemelor forestiere, păsări care își fac cuibul în tufărișuri și pe sol gol sau în iarbă. Dintre mamifere, aici se întâlnește mai frecvent *Lepus europaeus* Pallas (iepure de câmp), foarte rar a fost semnalată *Mustela nivalis* L. (nevăstuica) și *Martes foina* Erxl.

(jder de piatră). Uneori, intră în zona carierei și *Capreolus capreolus* L. (căprior) și *Sus scrofa* L. (mistreț sălbatic). Solul deocamdată nu este destul de bine format pentru a asigura habitatul rozătoarelor mici. Nu ajung resurse comune pentru o dezvoltare reușită a reptilelor. Doar restabilirea autonomă a habitatelor prin aplicarea diferitelor măsuri de protecție va asigura sporirea biodiversității ecosistemelor din zona carierei.

În cercetările entomologice pentru evaluări au fost desemnate 5 tipuri de habitate: *pădure, canion pietros cu vegetație erbacee, culturi agricole, amplasamentele de vegetație* pe teritoriul carierei și *bazine acvatice*.

1. *Pădure.* Cercetările au fost efectuate în pădurea situată la vest și nord-vest de carieră. Aici (îndeosebi în lizieră) se acumulează cea mai mare parte dintre insectele care populează biotopurile studiate. S-a constatat că pentru insecte mai preferate sunt plantele ierboase din liziere, mici poienițe și marginile drumurilor parcelare. Dintre insecte, preponderent au fost înregistrate lepidoptere (21 de specii) și coleoptere (tabelul 3.3). Cea mai importantă specie semnalată în liziera pădurii este *Polyommatus daphnis* Den. Et Schiff. (albăstrica), inclusă în CR a RM. Reprezentanții fam. Scarabaeidae *Cetonia aurata* L. (gândac de trandafir), *Protaetia aeruginosa* Drury, *Pentodon idiota* Herbst (gândac negru al porumbului), *Gnaptor spinimanus* Pallas (gândac negru) se întâlnesc în lizieră, iar speciile din fam. Carabidae: *Carabus* sp. și Cerambycidae: *Purpuricenus kaehleri* L. (croitor Kaehleri) și *Morimus funereus* Muls. (croitor cenușiu) – în interiorul pădurii. Înregistrarea croitorului *Purpuricenus kaehleri* L. este o mică senzație faunistică regională, fiind a doua semnalare (prima este din Rezervația Științifică „Codrii") pentru RM. Dintre coleopterele evidențiate o parte (2 specii) sunt incluse în CR a RM – *Lucanus cervus* L. (rădașcă) și *Morimus funereus* Muls. (croitor cenușiu). Acest sector de pădure poate fi considerat ca un „acumulator" al faunei de insecte folositoare, inclusiv pentru diferiți entomofagi cu rol în reglarea numerică a dăunătorilor din agrocenozele învecinate.

2. *Canion pietros cu vegetație erbacee.* Vegetația de pe malurile pietroase ale canionului „Valea Rezinei" este specifică acestui tip de habitate, fiind destul de bogată, deși este supusă acțiunii temperaturii ridicate. Aici au fost înregistrate 13 specii de fluturi diurni (tabelul 3.3), au fost semnalate câteva specii de cărăbuși *Lethrus apterus* Laxm. (forfecarul), *Amphimallon solstitiale* L. (cărăbușul de iunie), etc. din fam. Scarabaeidae (tabelul 1 din Anexa 4).

Cea mai importantă semnalare este specia de fluturi diurni inclusă în CR a RM – *Zerynthia polyxena* Den. & Schiff. (fluturele polixena). Pe plantele erbacee au fost înregistrate diferite specii din ord. Orthoptera – *Acrida hungarica* Herbst (lăcusta cu rât), *Gryllus campestris* L. (greier de câmp), *Tettigonia viridissima* L. (cosaș verde) și 6 specii din genul *Chorthippus*.

Tabelul 3.3. Diversitatea lepidopterelor diurne din carieră și biotopurile adiacente

Nr. d/o	Familia, specia	Biotop		
		Liziera pădurii	**Canion pietros**	**Agrocenoze**
I.	**Fam. Hesperiidae**			
1.	*Thymelicus sylvestris* Poda (căpos brun)	+	-	-
II.	**Fam. Papilionidae**			
1.	*Zerynthia polyxena* Den. et Schiff. (fluture polixena)	-	+	+
2.	*Iphiclides podalirius* L. (coada rândunicii)	-	+	+
III.	**Fam. Pieridae**			
1.	*Leptidea sinapis* L. (albilița fragilă)	+	+	-
2.	*Leptidea morsei* Gr. (albilița mică)	+	+	-
3.	*Anthocharis cardamines* L. (zorile)	+	+	-
4.	*Pieris napi* L. (albilița napului)	+	-	+
5.	*Pieris rapae* L. (albilița ridichii)	+	-	+
6.	*Pieris brassicae* L. (albilița verzei)	+	-	+
IV.	**Fam. Nymphalidae**			
1.	*Melanargia galathea* L. (fluture galateea)	+	+	-
2.	*Coenonympha pamphilus* L. (păiuș mic)	+	-	-
3.	*Coenonympha arcania* L. (păiuș cu dungă albă)	+	+	-
4.	*Maniola jurtina* L. (satirul-cu-ochi)	+	-	+
5.	*Aphantopus hyperantus* L. (fluture hiperantus)	+	-	-
6.	*Limenitis populi* L. (fluture mare al plopului)	+	-	-
7.	*Vanessa atalanta* L. (amiral roșu)	-	+	+
8.	*Vanessa cardui* L. (fluture scaieți)	-	+	+
9.	*Argynnis paphia* L. (arginie mare de pădure)	+	-	-
10.	*Issoria lathonia* L. (arginie mare de câmp)	+	-	-
11.	*Boloria dia* L. (arginie mică)	+	-	-
V.	**Fam. Lycaenidae**			
1.	*Everes argiades* Pall. (albăstrel cu codița mică)	+	+	-
2.	*Celastrina argiolus* L. (fluture crușin)	+	-	-
3.	*Polyommatus daphnis* Den. et Schiff. (albăstrița dafnis)	+	+	-
4.	*Polyommatus icarus* Rott. (albăstrel comun)	+	+	+
5.	*Polyommatus amandus* Schn. (albăstrel strălucitor)	+	-	-
6.	*Plebeius argus* L. (albăstrel argus)	-	+	+

Heteropterele (Hemiptera, Heteroptera) sunt considerate ca una dintre cele mai reprezentative grupe sistematice de insecte în ecosistemele de luncă, stepă și alte biotopuri deschise. Deseori în grupurile de hortobionți ele sunt subdominante și prevalează după numărul de indivizi. În ultimii ani acest grup de insecte este utilizat la evaluarea stării mediului, speciile respective fiind considerate ca bioindicatori.

Pe suprafața pantelor pietroase ale canionului, cu vegetație prezentă, au fost înregistrate 24 de specii de heteroptere, caracteristice acestor biotopuri. Dintre acestea, pot fi menționate

speciile-bioindicatoare ale ecosistemelor xeroterme – *Copium clavicorne* L., *C. teucrii* Host, *Pyrrhocoris marginatus* Fall., *Catoplatus carthusianus* Gz., *Odontotarsus purpureolineatus* Rossi, *Vilpianus galii* Wolff, etc.

3. *Culturile agricole.* Majoritatea loturilor cercetate nu sunt cultivate și aici este dezvoltată vegetația secundară (intermediară) celei din fitocenozele adiacente naturale. De aceea, au fost cercetate numai semănăturile de cereale (grâul-de-toamnă și orzul), floarea-soarelui și porumb. Aceste biotopuri (mai ales cele îmburuienate) formează cu parcelele naturale (lizierele pădurii, pantele pietroase, etc.) un cluster foarte „activ" în vederea influenței reciproce și schimbului cu specii de insecte. Astfel, aici au fost semnalate 10 specii de fluturi (tabelul 3.3), care se hrăneau cu nectarul florilor plantelor spontane.

4. *Amplasamentele de vegetație pe teritoriul carierei.* Asociațiile vegetale care se formează spontan pe teritoriul carierei sunt puțin atractive pentru insectele fitofage. Acest fapt se explică prin numărul restrâns de plante care rezistă în condițiile specifice de biotop calcaros xerotermofit. Aici au fost înregistrate numai câteva specii de fluturi (albilițe din genul *Pieris*, nimfalida *Aglais urticae* L. și albăstrița *Polyommatus argus* L.), care traversează în zbor biotopurile respective pentru a se hrăni cu nectarul florilor (tabelul 1 din Anexa 4).

5. *Bazine acvatice.* În preajma carierei sunt câteva bazine acvatice acumulatoare cu diferită destinație, dar care sunt populate de insecte higro – și hidrofile. În zona umedă sunt prezentate libelulele (ord. Odonata), care în stadiu de larvă se dezvoltă în mediu acvatic – *Ischnura elegans* Vand. Lind., *Aeshna affinis* Vand. Lind., *Orthetrum albistylum* Selys, *Sympetrum striolatum* Charp., ș.a. Dintre insecte coleoptere acvatice au fost înregistrate 5 specii (*Haliplus ruficollis* De G., *Hygrotus inaequalis* F., *Gyrinus natator* L., *Sphaeridium scarabaeoides* L. și *S. bipustulatum* F.), care fac parte din fam. Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae și Hydrophilidae. Cunoașterea componenței specifice a acestui grup taxonomic este importantă, dat fiind că unele specii sunt utilizate ca bioindicatori ai purității apelor.

Heteropterele acvatice sunt reprezentate de forme plutitoare (fugăii, sau măsurătoarele-de-apă) din fam. Gerridae – *Gerris odontogaster* Zett., *G. thoracicus* Schumm. și *G. lacustris* L. Ploșnițele nectonice (specii din fam. Corixidae și Notonectidae) au fost înregistrate în număr de două – *Sigara lateralis* Leach și *Notonecta viridis* Delc. Bazinul acvatic de pe teritoriul carierei are condiții specifice, favorabile pentru un număr redus de specii, de aceea diversitatea insectelor în acest habitat este redusă. Aici au fost depistate câteva exemplare de măsurătoare-de-apă *Gerris thoracicus*, iar în preajma resturilor vegetale în stare de putrefacție a fost depistat gândacul hidrofil *Berosus spinosus* Stev. din fam. Hydrophilidae (tabelul 1 din Anexa 4).

3.5 Spectrul bioecologic al florei carierei

Analiza spectrului biomorfelor. Spectrul biomorfelor speciilor care vegetează în siturile cercetate din cariera „Lafarge Ciment” [28] este destul de variat și include următoarele categorii: hemicriptofite – 45 specii, fanerofite – 27 specii, terofite–25 specii, hemiterofite – 11 specii, geofite – 10 specii, camefite – 5 specii, hidroheliofite – 1 specie (figura 3.7). Ponderea maximală din acest spectru revine hemicriptofitelor, care constituie 36% din total. Acestea sunt plante ierboase perene, mugurii de iernare a cărora sunt amplasați la suprafața solului, care sunt protejați de frunzele bazale de pe tulpină, de resturile organice și de stratul de zăpadă. Speciile din această grupă de biomorfe au fost depistate în toate cele 6 situri studiate.

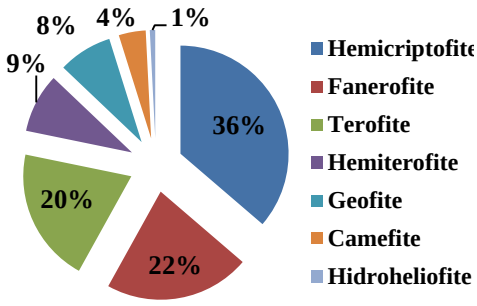


Fig. 3.7. Raportul procentual al biomorfelor

Locul secund în spectrul biomorfelor revine fanerofitelor cu 22%, care sunt reprezentate de specii ai căror muguri vegetativi sunt situați la înălțimi mai mari de 0,25 m de la suprafața solului, fiind protejați de solzii care îi acoperă. Cele mai frecvente specii din această categorie sunt speciile de sălcioară – *Elaeagnus argentea* Pursh, *E. angustifolia* L. prezente în toate stațiunile cercetate.

Terofitelor le revine 20% din totalul categoriilor biomorfelor, acestea sunt specii de plante ierboase, care suportă perioada nefavorabilă sub formă de semințe, fructe sau spori. Conform duratei vieții lor terofitele se împart în anuale, când înfloresc și produc semințe în același an și bienale sau hemiterofite, când în primul an se formează organele vegetative, iar în al doilea an înfloresc, produc fructe și semințe. Hemiterofitele constituie 9% din totalul categoriilor biomorfelor. Terofitele și hemiterofitele sunt mai puțin răspândite în ecosistemul cercetat și pot fi întâlnite preponderent pe marginea drumurilor sau pe haldele recent depozitate, dar din cauza fertilității reduse a acestor suprafețe ele posedă un ritm de creștere redus și răspândire limitată.

Geofitele constituie 8% din totalul categoriilor biomorfelor, acestea sunt specii de plante perene, care în condiții nefavorabile continuă să supraviețuiască numai prin organele subterane: bulbi, tuberculi, rizomi.

Camefitele constituie 4% și sunt reprezentate de specii a căror muguri hibernali sunt situați la 25–30 cm de la suprafața solului și sunt protejați de stratul de zăpadă, de resturi vegetale și de partea vegetativă proprie. Ponderea camefitelor în ecosistemul cercetat este redusă și ele reprezintă doar 4% din total.

Unica specie hidroheliofită *Alisma plantago-aquatica* L. – brâncărița a fost depistată doar în preajma bazinului acvatic din carieră.

Analiza spectrului indicilor biologici. Spectrul indicilor biologici al florei depistate în cele 6 stațiuni investigate din cariera „Lafarge Ciment" este reprezentat de 3 grupe principale de plante: spontane – 57 specii, ruderale – 51 specii și segetal-ruderale – 12 specii (figura 3.8).

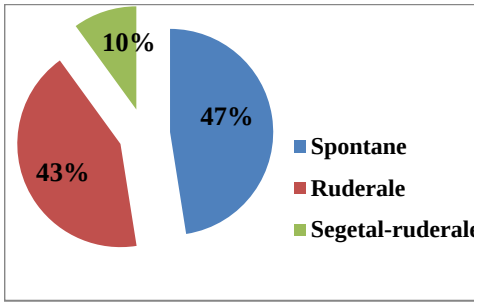


Fig. 3.8. Raportul procentual al indicilor biologici

Elementul spontan din flora cercetată se plasează pe locul întâi, cu 47% din total. Speciile din această grupă posedă un rol decisiv în formarea covorului vegetal din carieră, suprafețele cele mai mari din acest ecosistem sunt ocupate de speciile spontane de sălcioară. Fabaceele ierboase depistate în stațiunile investigate sunt în majoritate specii spontane, care au un rol important în formarea covorului vegetal atât pe haldele recent depozitate, cât și pe haldele de 20, 25 ani.

Speciile ruderale constituie 43% din total. Din această grupă o răspândire mai largă și cu o abundență mai mare vegetează în stațiunile investigate speciile de sulfină – *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *M. albus* Medik, susai – *Sonchus arvensis* L., speciile de pelin – *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L. etc.

Speciile segetal-ruderale, care constituie 10% din total posedă o răspândire limitată, se întâlnesc sporadic, excepție prezintă specia mușcata dracului – *Knautia arvensis* (L.) Coult., care în unii ani posedă o dezvoltare destul de intensă, mai cu seamă pe haldele de 20, 25 ani și în condiții de umiditate suficientă pe parcursul perioadei de vegetație, înălțimea plantelor depășește 2 m.

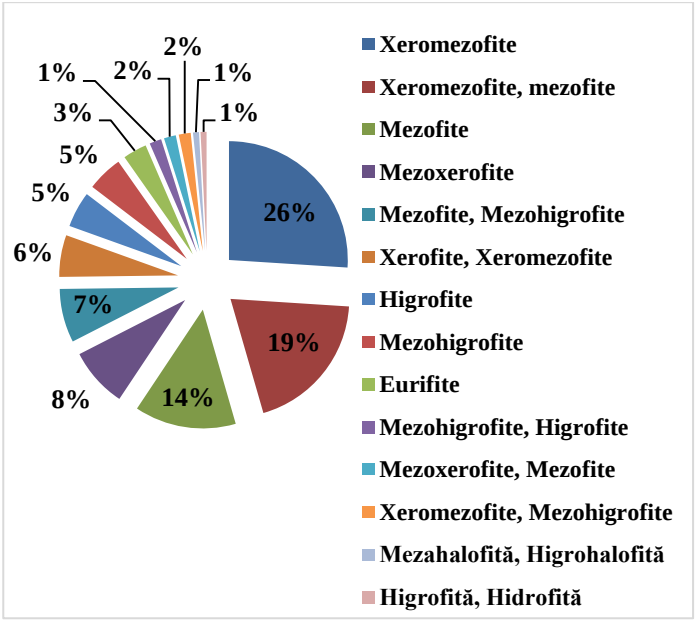


Fig. 3.9. Raportul procentual al grupelor ecologice în raport cu factorul umiditatea

Analiza spectrului grupelor ecologice în raport cu factorul umiditatea. Cele mai reprezentative grupe în raport cu factorul umiditatea sunt xeromezofitele și mezofitele prezente în stațiunile cercetate cu câte 32 și 17 specii corespunzător (figura 3.9). Deși, regimul de umiditate este instabil în ecosistemul cercetat, configurația

suprafețelor haldelor permite acumularea apei în depresiunile formate pe suprafața lor. Din aceste 2 grupe ecologice dominante în siturile cercetate mai frecvente sunt speciile de arbori *Elaeagnus argentea* Pursh, *E. angustifolia* L. și specii de arbuști *Crataegus monogyna* Jacq., *Rosa canina* L., speciile adaptate la umiditate sporită în mediul de trai sunt în număr redus și sunt prezente preponderant în zonz umedă din ecosistem din preajma locului. Aici vegetează speciile de *Salix caprea* L., *S. triandra* L., *Lythrum salicaria* L., *Eupatorium cannabium* L. etc.

Xeromezofitelor le revine 26% din total, iar grupelor următoare le revine un număr de specii în descreștere. Xeromezofite, Mezofite – 24 specii (19% din total); Mezofite – 17 specii (14% din total); Mezoxerofite – 10 specii (8% din total); Mezofite, Mezohigrofite – 9 specii (7% din total); Xerofite, Xeromezofite – 7 specii (6% din total); Higrofite – 6 specii (5%), etc.

Analiza spectrului grupelor ecologice în raport cu factorul troficitatea. În stațiunile cercetate au fost identificate 48 specii indicatoare în raport cu troficitatea substratului: Eutrofe – 22 specii (46% din total); Mezotrofe – 8 specii (17% din total); Oligotrofe – 6 specii (12% din total); Eutrofe, Mezotrofe – 6 specii (13% din total); Oligotrofe, Mezotrofe – 3 specii (6% din total); Mezotrofe, Eutrofe – 2 specii (4% din total); Mezotrofe, Oligotrofe – 1 specie (2% din total) (figura 3.10).

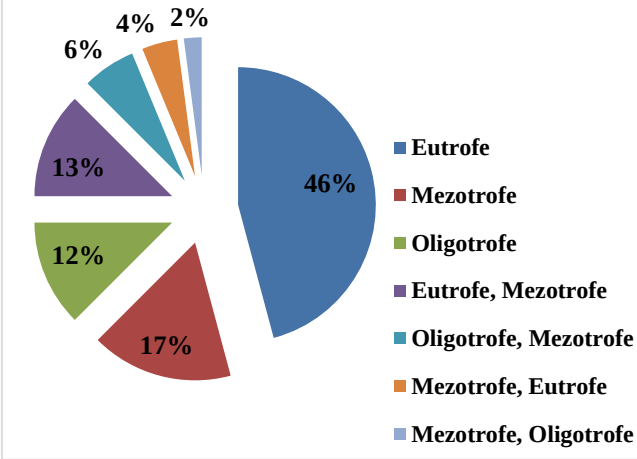


Fig. 3.10. Raportul procentual al grupelor ecologice în raport cu factorul troficitatea

Speciilor eutrofe le revin circa 46% din total și din această grupă mai răspândite sunt *Atriplex tatarica* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Galium aparine* L., *Cirsium arvense* L. Scop etc. Speciile mezotrofe *Lathyrus tuberosus* L., *Medicago lupulina* L., *Cornus sanguinea* L., *Equisetum hyemale* L. sunt răspândite sporadic în ecosistemul cercetat.

Analiza spectrului geobotanic. Speciile de plante din carieră sunt foarte diverse după centrul de origine, însă în majoritate 45 taxoni au origine Eurasiatică și reprezintă 43% din total. Centrul de origine European este reprezentat de 13 specii (12% din total); Circumpolar – 9 specii (9% din total); specii Cosmopolite – 7 (7% din total); iar cel Mediteranean, Eurasiatic – 5 specii (5% din total); celelalte 17 centre de origine sunt reprezentate de 1–3 specii (figura 3.11).

Speciile din fam. Fabaceae: *Coronilla varia* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *M. albus* Medik, *Lotus corniculatus* L., care se adaptează pe HS din primele etape, își au originea în

centrul Eurasiatic. Din acest centru își au originea și unele specii cu caracter invaziv, cum sunt: *Atriplex tatarica* L., *Cirsium arvense* L. Scop, *Sonchus arvensis* L., *Xanthium strumarium* L. etc.

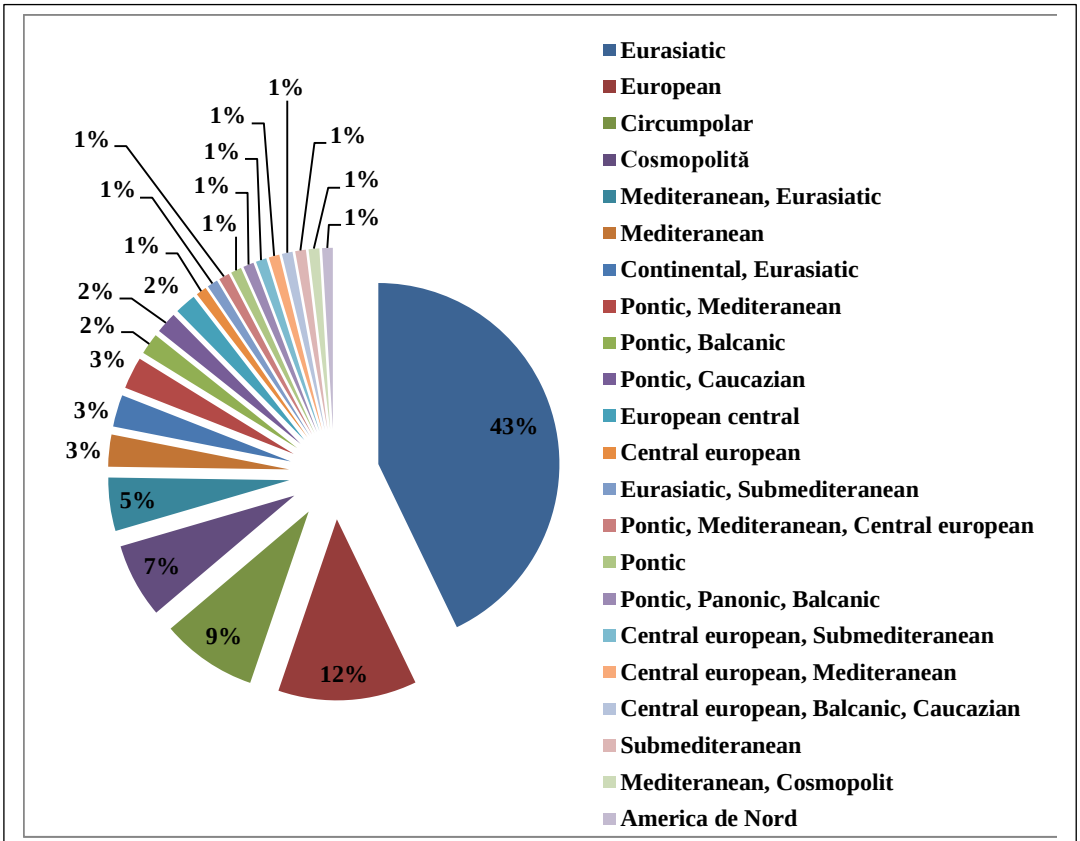


Fig. 3.11. Raportul procentual al geoelementelor

Conform studiului bibliografic speciile de origine Eurasiatică cu origine și areal actual pe o mare parte din Europa și Asia, constituie categoria cea mai reprezentativă în cormoflora RM și României. Din cauza extinderii enorme a continentului Eurasiatic s-a impus subdivizarea acestei categorii și pe lângă speciile eurasiatice propriu-zise se disting elemente continentale, formate în condiții de climă mai aridă [46].

Speciile europene își au originea din regiunile cu climă temperată-moderat ale Europei și deci, răspândirea lor nu depășește lanțul munților Ural, care reprezintă hotarul natural între continentul European și cel Asiatic. Mai multe specii de arbori și arbuști din ecosistemul cercetat sunt de origine Europeană: *Corylus avellana* L. (alun), *Populus canescens* (Ait.) Smith (plop canadian), *Ulmus carpinifolia* Rupp ex Suckow (ulm de câmp), *Pyrus pyraster* Burgsd. (păr pădureț), *Malus sylvestris* Mill. (măr pădureț) etc.

3.6. Concluzii la capitolul 3

1. Spectrul taxonomic al florei vasculare din cariera „Lafarge Ciment” a or. Rezina pune în evidenţă prezenţa a 125 specii din 108 genuri, grupate în 42 familii. Cele mai numeroase fam.

sunt: *Asteraceae* (32 specii), *Fabaceae* (11 specii), *Rosaceae* (11 specii), *Poaceae* (8 specii), *Lamiaceae* (5 specii), *Apiaceae* (4 specii).

2. Pe teritoriul carierei au fost identificate speciile rare incluse în CR a RM: *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. (viţă-de-pădure) și *Zerynthia polyxena* Den. & Schiff. (fluturele diurn polixena). În interiorul carierei „Lafarge Ciment" s-au creat condiții ecologice prielnice speciilor de plante, speciilor de vertebrate și nevertebrate stenotope – rezistente la mediul biotopului calcaros.

3. Analiza spectrului biomorfelor indică faptul că, flora carierei este predominată de speciile hemicriptofite (36%), fanerofite (22%), urmate de terofite (20%) etc. Spectrul indicilor biologici al florei este reprezentat de speciile spontane (47%), ruderale (43%) și speciile segetal-ruderale (10%). Sub aspect ecologic cele mai reprezentative grupe în raport cu factorul umiditatea sunt xeromezofitele (26%), xeromezofite, mezofite (19%), mezofite (14%) şi mezoxerofite (8%); în raport cu troficitatea substratului sunt speciile eutrofe (46%), mezotrofe (17%) şi speciile oligotrofe (12%) etc. Ponderea elementelor fitogeografice de pe teritoriul carierei de calcar evidenţiază predominarea speciilor eurasiatice (43%).

4. Analiza spectrului bioecologic și fitogeografic al florei vasculare cercetate indică o diversitate înaltă a grupelor ecologice și o varietate însemnată a centrelor de origine a speciilor din cariera „Lafarge Ciment". Aceste specii se caracterizează printr-un grad înalt de adaptabilitate la condițiile ecosistemului petrofit.

4. ETAPELE PROCESULUI DE RESTABILIRE NATURALĂ A ECOSITEMULUI PETROFIT DIN CARIERA „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A.

4.1. Etapa de formare a haldelor de steril și procesul de inițiere a restabilirii diversității vegetale pe suprafața lor

Solurile de fond anterior deschiderii carierei sunt constituite din cernoziomuri levigate (cambice) cu o fertilitate potențială înaltă. Solurile aluviale molice au fost răspândite sporadic anterior perioadei de exploatare a carierei pe teritoriul acesteia şi se caracterizează după conţinutul de humus în orizontul de la suprafaţă ca fiind slab humifere.

Etapele utilizate pentru extragerea calcarului sunt: etapa de decopertare, care constă în dezvelirea (înlăturarea) stratului fertil (>1% de humus), reprezentat prin cernoziom și amplasarea acestuia pe marginea carierei în scopul utilizării ulterioare și etapa de extragere a calcarului propriu zis. Apoi are loc excavarea stratului pământos care este amplasat subiacent stratului de cernoziom și se întinde până la adâncimea unde se începe stratul de calcar. Masa pământoasă care este amplasată în acest spațiu (nivelul după decopertarea stratului de cernoziom și nivelul unde se începe orizontul stratului de calcar) este excavată, transportată și depozitată în interiorul carierei în așa fel ca să asigure o suprafață suficientă pentru activitatea de extragere a calcarului, utilizat în producerea cimentului.

Etapele de restabilire a ecosistemului petrofit sunt:

Etapa de formare a HS, în care are loc pregătirea terenului de unde a fost extras calcarul și se efectuează depozitarea sterilului în halde de diverse forme (în special conică cu vârful retezat), care asigură stabilitate și rezistență la alunecări de teren. Anume aceste halde de diverse forme, mai cu seama stratul lor de la suprafață și reprezintă obiectul de studiu al prezentei lucrări.

Etapa de restabilire a biodiversității vegetale pe suprafața haldelor. În scopul realizării reconstrucției ecologice prin metoda recultivării silvice pe suprafața HS proaspăt depozitată (0 ani), în primăvara anului 2017 (23 martie) s-au plantat 771 arbori și arbuști de diverse specii. De menționat, că la 23.03.2017 pe suprafața HS proaspăt depozitate (sectorul nr. 10 din figura 2.2) nu era absolut nici o plantă. În perioada 23.03–14.09.2017, pe această haldă s-au dezvoltat următoarele specii de plante erbacee: *Sonchus arvensis* L. *(*susai); *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (meiul găinii); *Atriplex tatarica* L. (loboda tătărească); *Papaver rhoeas* L. (mac); *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. (cruciuliță vernală); *Polygonum aviculare* L. (troscot); *Galium aparine* L. (turiță); *Lathyrus tuberosus* L. (oreșniță); *Fumaria officinalis* L. (fumăriță); *Medicago lupulina* L. (lucernă lupulină); *Tussilago farfara* L. (podbal); *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (=*Matricaria perforata* Merat) (matricarie perforată); *Rumex conglomeratus* Murr. (măcriș conglomerat), unele cu înălțimea de 1,0–1,5 m, ceea ce practic nu permitea efectuarea inventarierii puieților sădiți. Pentru inventarierea puieților și acordarea posibilității ca aceștia să se dezvolte în continuare, a fost necesară înlăturarea acestor specii de plante numite mai sus.

Rezultatele obținute privind restabilirea naturală a florei a demonstrat, că are loc un proces lent de dezvoltare a acesteia. Numărul speciilor, gradul de dezvoltare și abundența speciilor este determinată de mai mulți factori, cum ar fi: perioada de formare a covorului vegetal pe suprafața haldei (numărul de ani), locul pe suprafața haldei (pe coastă, pe teren plat sau la poalele haldei). Pe teren plat și la poalele haldei, abundența speciilor este cu mult mai mare în comparație cu locurile de pe coastă. Acest fapt posibil se explică prin cantitatea de umezeală care asigură dezvoltarea speciilor erbacee. Aceste dependențe au fost stabilite pentru haldele de 25, 20, 10 și 5 ani.

Rezultatele obținute indică la următoarea relație dintre vârsta haldei (ani) / numărul speciilor (unități) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0.

În baza acestor rezultate, se poate concluziona, că *procesul de inițiere și restabilire a biodiversității se datorează materialului pământos de la suprafață, format prin lucrări de terasament, alcătuit din amestecul de argile şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos, servind ca biotop, asigură inițierea procesului de apariție a diversității vegetale și formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A. Acest proces are loc și sub influența condițiilor naturale. Astfel, suprafețele formate pe haldele depozitate prin lucrări de terasament pe teritoriul carierei, asigură un nivel înalt de productivitate al biocenozelor nou formate pe teritoriul carierei* [16].

În baza rezultatelor obținute este necesar de menționat, că numărul și abundența speciilor, și locul pe suprafața haldei sunt determinante pentru procesul de formare a stratului de sol, (stratul de sol este bine format pe suprafețele plate ale haldelor), iar acesta (solul) la rândul său, asigură o dezvoltare mai amplă a tuturor speciilor de plante. Acestea sunt confirmate de rezultatele analizelor obținute a probelor de sol prelevate de pe aceste halde [16].

4.2. Etapa de formare a regosolului și descrierea morfologică a profilelor de sol a haldelor de steril cu vârstă diferită, amplasate în carieră

Procesul de solificare (formare a noului sol). Conform autorului Ursu A., solul este un corp organo-mineral cu profil vertical divizat în orizonturi genetice, format la suprafața uscatului ca rezultat al interacțiunii îndelungate a rocilor parentale cu organismele și reziduurile lor, în anumite condiții de relief și climă. Formarea solului – pedogeneza – se produce concomitent cu evoluția naturală a asociațiilor vegetale și animale și se găsește într-un permanent echilibru cu biocenozele respective. În procesul creării sau genezei solului, toate însușirile lui devin tot mai favorabile și mai corespunzătoare cerințelor biocenozelor respective, având o interdependență. Solul este un fundal, o bază și totodată, o oglindă obiectivă a biocenozei, a landșaftului și a ecosistemului [144].

Rezultatele obținute privind restabilirea biodiversității sunt strâns legate și cu procesul de solificare (formare a noului sol). Procesul de solificare este interdependent cu procesul de restabilire a

biodiversității. Ambele procese (de solificare și de restabilire a biodiversității) sunt dependente de vârsta haldelor. În funcție de perioada expunerii haldei procesului de solificare, crește conținutul substanței organice (humus) în solul nou format, se îmbunătățește structura agregatelor din sol, crește grosimea profilului, crește biomasa și vegetația devine mai bogată în specii.

Studiile au permis stabilirea dependenței procesului de restabilire a diversităţii vegetale pe suprafața haldelor în dependență de vârsta lor. Numărul de specii de plante erbacee este determinat de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare numărul de specii, care se dezvoltă pe acestea, exprimată prin următoarea relație: vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal), (ani)/numărul de specii (unități) = 25:20:10:5:0 / 73:68:30:26:0. În rezultat se poate conchide, că acest proces de restabilire a biodiversității pe suprafața HS are loc concomitent cu procesul *de solificare (formare a noului sol) pe suprafața haldelor studiate și acestea sunt interdependente și reprezintă un proces reciproc.*

Menționăm că, procesul de formare a regosolului [27, 151], care reprezintă soluri aflate în stadiu incipient de evoluţie, formarea cărora este condiţionată de prezenţa materialului parental neconsolidat (loess, depozite loessoide, luturi, argile etc.) în RM este descris pentru prima dată în prezenta lucrare.

Descrierea morfologică a profilelor de sol din aria cercetată

Descrierea profilului de fond este expusă în capitolul 3.

Profilul de sol pe platforma cu depozite recente (halda de steril proaspăt depozitată, vârsta de 0 ani)

Profilul dat de sol reprezintă regosol (de fapt convențional, deoarece a fost depozitat și aplanat recent în acest an fiind alcătuit, după cum a fost menționat, din soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior și roci neconsolidate) luto-argiloase (figura 4.1). Are profil diferențiat în straturi I–II–III cu grad de tasare diferit.

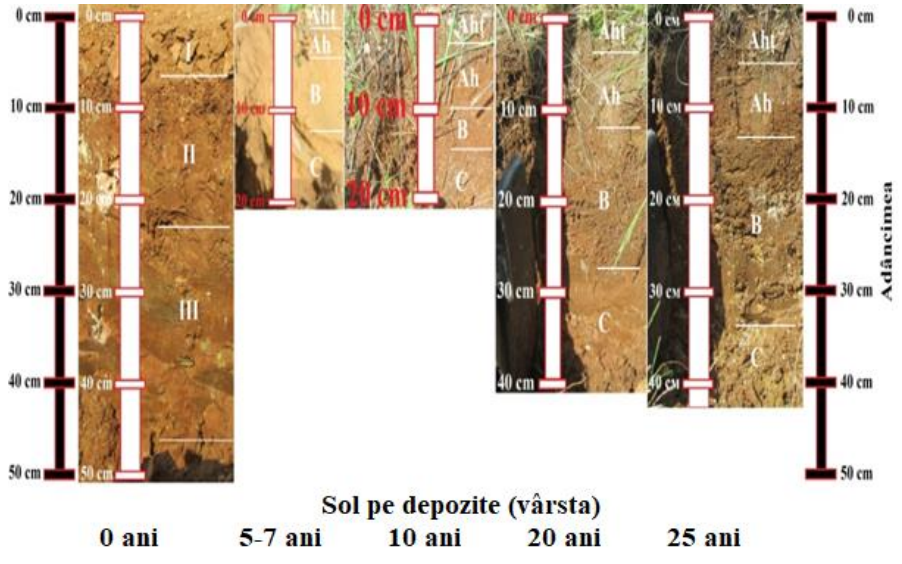


Fig. 4.1. Șirul cronologic de regosoluri formate pe teritoriul carierei „Lafarge Ciment”

I (0–7 cm) – stratul, reavăn, brun închis, luto-argios, slab structurat păstrându-și structura solului fosil pe seama căruia s-a format resturi vegetale ale anului curent de la plantele perene plantate pe parcelă, puțin afânat, moderat poros, trecerea între stratul subiacent clară după compacitate;

II (7–23 cm) – rocă parentală alcătuită din materialul pământos a solului fosil, mai umed decât orizontul supraiacent, luto-argilos, structură puțin pronunțată, mai compact decât stratul supraiacent;

III (23–46 cm) – rocă parentală alcătuită din materialul pământos a solului fosil, se deosebește de stratul supraiacent cu un grad de tasare mare.

Profilul de sol pe platforma cu depozite 25 ani (halda de steril cu vârsta de 25 ani)

Acest profil de sol reprezintă regosol (sol slab evoluat pe roci neconsolidate) luto-argilos cu orizont ocric (orizontul A are un conținut redus de humus). Are profil de tipul Ahț–Ah–Bh–C. Acest sol este cel mai evoluat în șirul solurilor studiate.

Ahţ (0–5 cm) – stratul înţelenit, partea superioară a orizontului incipient de acumulare a humusului, îmbogăţit cu resturi organice, reavăn, brun închis, luto-argilos, glomerular – prăfos, destul de bine structurat, slab compact, foarte poros, pori mijlocii, extrem de multe rădăcini şi resturi vegetale**,** trecerea între orizonturi treptată;

Ah (5–14 cm) – continuarea orizontului incipient de acumulare a humusului, reavăn, brun închis, luto-argilos, bulgăros, mai slab structurat comparativ cu stratul supraiacent, slab compact, poros, multe resturi vegetale, trecerea între orizonturi clară după compacitate;

Bh (14–34 cm) – orizont de tranziţie, continuarea profilului humifer, reavăn, brun–roşcat, luto-argilos, compact, moderat poros, se observă pori fini, foarte rar rădăcini subţiri, trecere treptată;

C (>34 cm) – depozite haldate practic nemodificate de procesul de solificare, reavăn, luto-argilos, structura foarte slab evoluată moștenită de la solul fosil, mai compact decât orizontul supraiacent, se fărâmă greu, rar pori fini.

Profilul de sol pe platforma cu depozite 20 ani (halda de steril cu vârsta de 20 ani)

Profilul dat de sol reprezintă regosol (sol slab evoluat pe roci neconsolidate) luto-argiloase cu orizont ocric. Are profil de tipul Ahț–Ah–Bh–C. Se deosebește puțin de solul precedent prin grad de evoluare mai slab.

Ahţ (0–4 cm) – stratul înţelenit, partea superioară a orizontului incipient de acumulare a humusului, îmbogăţit cu resturi organice, reavăn, brun închis, luto-argilos, glomerular – prăfos, destul de bine structurat, slab compact, foarte poros, pori mijlocii, extrem de multe rădăcini şi resturi vegetale**,** trecerea între orizonturi treptată;

Ah (4–12 cm) – continuarea orizontului incipient de acumulare a humusului, reavăn, brun închis, luto-argilos, bulgăros, mai slab structurat comparativ cu stratul supraiacent, slab compact, poros, multe resturi vegetale, trecerea între orizonturi clară după compacitate;

Bh (12–27 cm) – orizont de tranziţie, continuarea profilului humifer, reavăn, brun–roşcat, luto-argilos, compact, moderat poros, se observă pori fini, foarte rar rădăcini subţiri, trecere treptată;

C (>27 cm) – depozite haldate practic nemodificate de procesul de solificare, reavăn, luto-argilos, structura foarte slab evoluată moștenită de la solul fosil, mai compact decât orizontul supraiacent, se fărâmă greu, rar pori fini.

Profilul de sol pe platforma cu depozite 10 ani (halda de steril cu vârsta de10 ani)

Acest profil de sol reprezintă regosol (sol slab evoluat pe roci neconsolidate) luto-argiloase cu orizont ocric. Are profil de tipul Ahț–Ah–Bh–C. Este mai puțin evoluat decât solul precedent:

Ahţ (0–3 cm) – stratul înţelenit, partea superioară a orizontului incipient de acumulare a humusului, îmbogăţit cu resturi organice, reavăn, brun închis, luto-argilos, glomerular – prăfos, destul de bine structurat, slab compact, foarte poros, pori mijlocii, extrem de multe rădăcini şi resturi vegetale**,** trecerea între orizonturi treptată;

Ah (3–9 cm) – continuarea orizontului incipient de acumulare a humusului, reavăn, brun închis, luto-argilos, bulgăros, mai slab structurat comparativ cu stratul supraiacent, slab compact, poros, multe resturi vegetale, trecerea între orizonturi clară după compacitate;

Bh (9–15 cm) – orizont de tranziţie, continuarea profilului humifer, reavăn, brun–roşcat, luto-argilos, compact, moderat poros, se observă pori fini, foarte rar rădăcini subţiri, trecere treptată;

C (>15 cm) – depozite haldate practice nemodificate de procesul de solificare, reavăn, luto-argilos, structura foarte slab evoluată moștenită de la solul fosil, mai compact decât orizontul supraiacent, se fărâmă greu, rar pori fini.

Profilul de sol pe platforma cu depozite 5 ani (halda de steril cu vârsta de 5 ani)

Profilul dat de sol reprezintă regosol (sol slab evoluat pe roci neconsolidate) luto-argiloase cu orizont ocric. Are profil de tipul Ahț–Ah–Bh–C.

Ahţ (0–2 cm) – stratul înţelenit, partea superioară a orizontului incipient de acumulare a humusului, îmbogăţit cu resturi organice, reavăn, brun închis, luto-argilos, glomerular – prăfos, destul de bine structurat, slab compact, foarte poros, pori mijlocii, extrem de multe rădăcini şi resturi vegetale**,** trecerea între orizonturi treptată;

Ah (2–5 cm) – continuarea orizontului incipient de acumulare a humusului, reavăn, brun închis, luto-argilos, bulgăros, mai slab structurat comparativ cu stratul supraiacent, slab compact, poros, multe resturi vegetale, trecerea între orizonturi clară după compacitate;

Bh (5–12 cm) – orizont de tranziţie, continuarea profilului humifer, reavăn, brun–roşcat, luto-argilos, compact, moderat poros, se observă pori fini, foarte rar rădăcini subţiri, trecere treptată;

C (>12 cm) – depozite haldate practic nemodificate de procesul de solificare, reavăn, luto-argilos, structura foarte slab evoluată moștenită de la solul fosil, mai compact decât orizontul supraiacent, se fărâmă greu, rar pori fini.

Analiza profilelor de sol cu vârsta de 25 ani, 20 ani, 10 ani, 5 ani, 0 ani (figura 4.1), ne demonstrează: solurile nou formate de tip regosol, ce alcătuiesc șirul cronologic 0–5–10–25 ani,

reieșind din durata de expoziție a suprafeței haldei la zi, sau, altfel zis, proceselor contemporane de solificare au profil de tipul Ahț–Ah–Bh–C. Ca material parental au servit materialul pământos, alcătuit din argile și soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior, excavate și depozitate în halde. Procesele diagenetice ce s-au petrecut în solurile fosile au dus la descompunerea substanței organice, însă nu au afectat structura microagregatică, grație cărui fapt vegetația se dezvoltă lejer, favorizând un proces intens de solificare.

În rezultat se poate concluziona, că *caracteristica profilelor nou formate de sol de pe suprafața HS de diferite vârste reprezintă regosoluri cu diferit grad de evoluare. Gradul de evoluare depinde de vârsta HS, sau mai bine zis de durata de expoziție a suprafeței haldei proceselor contemporane de solificare. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare în șirul cronologic de soluri îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei cu durata de expoziție de 25 ani.*

4.3. Studiu privind conținutul de humus (materie organică) și nutrienți în straturile de sol de pe suprafața haldelor de steril cu diverse vârste

Probele de sol au fost prelevate pe orizonturi din solurile primare nou formate: I – orizont de acumulare a humusului precursor al *orizontului A*, II – orizont de tranziție spre roca parentală precursor al *orizontului B* și III – roca parentală **C** în felul următor: pe HS de 25 ani – din straturile 0–20 cm și 20–40 cm, pe HS recent terasată – 0–20 cm și 20–40 cm; pe halda de 20 ani – 0–20 cm și 20–40 cm și la poalele acesteia – 0–20 cm; pe halda de 10 ani 0–20 și 20–40 cm, de pe halda de 5 ani – 0–20 și 20–40 cm, pe halda de 0 ani 0–20 cm și 20–40 cm. Ca material parental la formarea solurilor au servit solurile fosile de vârsta Pleistocenului Inferior.

În tabelul 4.1 sunt prezentate datele cu privire la caracteristicile chimice ale solurilor cercetate din cariera de calcar ,,Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Tabelul 4.1. Caracteristica chimică a solurilor cercetate din cariera de calcar „Lafarge Ciment"

Adâncime, cm	**Humus, %**	**pH (H_2O)**	**pH (KCl)**	**Cationi schimbabili**		
				Ca^{2+}	**Mg^{2+}**	**∑**
				M_{ecv}/100g sol		
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Cernoziom levigat, arabil. Profilul 46 (Ursu A., p. 106) [144]						
0–10	4,46	6,78	-	37,30	3,81	41,11
30–40	3,59	7,35	-	36,59	5,88	42,47
Regosol, halda de 25 ani						
0–20	2,22	8,4	7,3	27,80	4,80	32,60
20–40	0,36	8,5	7,5	18,40	4,00	22,40
Regosol, halda de 20 ani						
0–20	1,72	8,2	7,4	16,41	7,20	23,61
20–40	0,34	8,4	7,4	13,76	7,20	20,96
Regosol, halda de 20 ani, la poalele haldei						
0–20	0,62	8,5	7,5	26,26	2,12	28,30

Continuarea tabelului 4.1.

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Regosol, halda de 10 ani						
0–20	0,62	8,6	7,6	29,50	10,26	39,76
20–40	0,35	8.7	7,7	19,76	6,26	26,02
Regosol, halda de 5 ani						
0–20	0,45	8,8	7,4	26,26	8,26	34,52
20–40	0,34	8,9	7,7	9,50	6,00	15,50
Halda recent amenajată, 0 ani						
0–20	0,34	8,4	7,4	31,76	8,76	40,52
20–40	0,28	8,3	7,3	23,26	7,34	30,06

Analiza datelor din tabelul 4.1 arată, că cel mai înalt conținut de humus (substanță organică) se conține în stratul de sol (regosol) a haldei de 25 ani ce constituie 2,22% și a haldei de 20 ani cu un conținut de 1,72%. Analiza valorii pH-lui (H_2O) regosolurilor haldelor cercetate indică la faptul, că aceasta este slab bazică și constituie circa 8,4. După cationii schimbabili (Ca^{2+} și Mg^{2+}) cea mai mare valoare a acestora este pentru halda recent amenajată de 0 ani.

Studiu privind conținutul de humus (materie organică)

Analiza rezultatelor obținute privind conținutul humusului (materia organică) pentru halda *de 25 de ani* ne indică următoarele: în stratul pământos 0–20 cm conținutul de humus constituie 2,22%, iar în stratul de 20–40 cm este de 0,36%, ceea ce reprezintă o valoare mai mică decât în stratul de 0–20 cm.

Conținutul humusului în stratul de material pământos 0–20 cm pentru halda *de 20 ani* constituie 1,72% humus, iar în stratul de sol 20–40 cm acesta este de 0,34%, adică valoare mai mică decât în stratul 0–20 cm.

Conținutul humusului în proba de pe halda *de 10 ani* în stratul 0–20 cm conținutul de humus constituie 0,62%, iar în stratul de sol 20–40 cm acesta este de 0,35%.

În halda de 5 ani conținutul de humus constituie 0,45% în stratul 0–20 cm, iar în stratul de sol 20–40 cm conținutul de humus constituie 0,34%.

Conținutul de humus pe suprafața *HS proaspăt depozitată (0 ani)* în stratul 0–20 cm, constituie 0,34%, iar în stratul 20–40 cm, conținutul de humus este de 0,28% (figura 4.2 și 4.3).

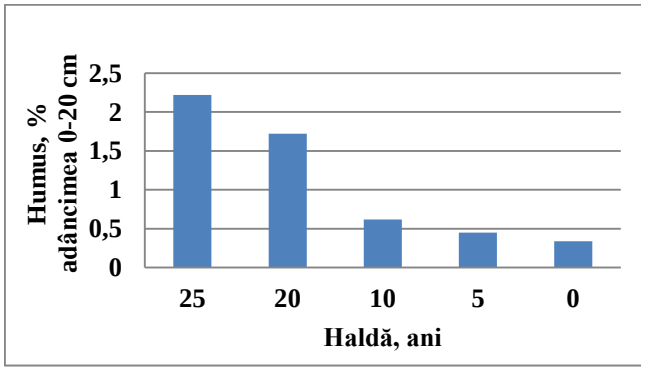


Fig. 4.2. Conținutul de humus în stratul regosolurilor cercetate (0–20 cm) din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Evaluarea conținutului de humus în straturile regosolurilor (soluri noi formate) superioare al haldelor, demonstrează, că cel mai înalt conținut de humus este în primul strat 0–20 cm, în următorul strat de 20–40 cm conținutul de humus se micșorează.

Analiza conținutului de humus pentru

haldele de diverse vârste pentru stratul de pământ de 0–20 cm indică faptul, că cel mai înalt conținut de humus se conține în stratul de pământ de pe suprafața haldei de 25 ani (0–20 cm) și constituie 2,22% humus, după care urmează halda de 20 ani cu un conținut de 1,72% humus, halda de 10 ani cu un conținut de humus de 0,62 % și pentru halda de 5 ani conținutul de humus constituie 0,45%, iar pentru HS proaspăt depozitată conținutul de humus constituie 0,34% pentru stratul 0–20 cm și 0,28% pentru stratul 20–40 cm.

Datele din figura 4.3 arată, că cea mai mare diferență în conținutul humusului (materie organică) este stabilită între halda de 25 și 0 ani ceea ce posibil se explică prin dinamica foarte lentă a procesului de formare a humusului în stratul de 20–40 cm.

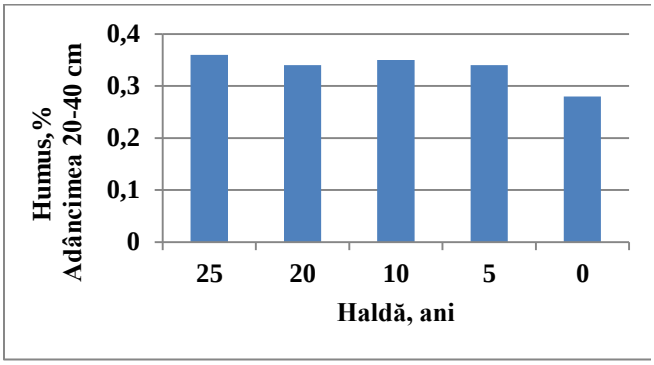


Fig. 4.3. Conținutul de humus în stratul regosolurilor cercetate (20-40 cm) din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

Rezultatele obținute privind dinamica formării humusului (materiei organice) în stratul de regosol 0–20 cm (figura 4.2) indică la următoarea relație:

dintre, vârsta haldei, (ani)/numărul de specii (unități)/conținutul de humus (substanță organică), (%) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0/2,22:1,72:0,62:0,45:0,34.

Datele indică faptul, că cel mai mare număr de specii corespunde haldei de 25 ani, după care urmează haldele de 20,10 și 5 ani. Aceeași tendință se observă și în conținutul humusului: cel mai mare conținut de humus corespunde haldei de 25 ani, urmează halda de 20 ani, 10 ani, de 5 ani și HS proaspăt depozitată.

La efectuarea corelării dintre numărul de specii de plante erbacee stabilite pe suprafața haldelor, unde acestea cresc și se dezvoltă, vârsta HS și conținutul de humus în stratul de regosol (sol nou format) de pe suprafața acestor halde poate fi efectuată următoarea concluzie: *numărul de specii de plante erbacee este determinat de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare și numărul de specii care se dezvoltă pe acestea, și cu atât este mai mare și conținutul de humus în stratul de sol de pe suprafața haldelor. Cantitatea de humus (substanță organică) formată este determinată de numărul de specii și masa acestora, care ulterior (masa organică a acestora) se transformă în humus.*

În baza rezultatelor obținute se poate conchide, *că procesul de formare a solului pe suprafața haldelor studiate este determinant în procesul de restabilire a diversității vegetale pe suprafața acestor halde. Este necesar de menționat, că gradul de restabilire a biodiversității și de formare a solului reprezintă un proces interdependent.*

În baza cercetărilor efectuate pe suprafața HS proaspăt depozitate (sectorul nr.10 din figura 2.2) în primăvara anului 2017 (23 martie), la sădirea speciilor de arbori și arbuști pe suprafața haldei

de steril (0 ani) nu era absolut nici o specie de plante. La 14 septembrie 2017 la efectuarea inventarierii puieților pe suprafața haldei deja erau un șir întreg de specii de plante (susai, pălămidă, troscot, podbal, turiță etc.), unele cu înălțimea de 1,0–1,5 m, ceea ce practic nu permitea efectuarea inventarierii puieților sădiți. Pentru inventarierea puieților și acordarea posibilității ca aceștia să se dezvolte în continuare, a fost necesară înlăturarea acestor specii de plante numite mai sus.

În baza rezultatelor obținute, se poate conchide că, procesul de *restabilire a ecosistemului petrofit pe suprafața HS* este inițiat *de dezvoltarea diversității vegetale pe materialul pământos de la suprafață haldelor, format prin lucrări de terasament, alcătuit din straturi de argile şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos,* cu conținutul de humus de circa 0,34%, asigură dezvoltarea puternică a mai multor specii de plante (susai, pălămidă, brusture, troscot etc.) și *servind ca biotop, asigură dezvoltarea procesului de apariție a diversității vegetale abundente, care ulterior la uscarea şi transformarea biochimică a acestora are loc formarea orizontului primar de sol cu acumularea humusului, precursor al orizontului A.* Mărirea conținutului de humus (substanță organică) în partea superioară a stratului pământos, la rândul său asigură o dezvoltare și mai intensă a diversității vegetale. *Acest proces are loc sub influența condițiilor naturale (umezelii, căldurii şi aerului) și a procesului care asigură restabilirea speciilor ierboase pe suprafața haldelor* [16, 29].

Rezultatele obținute indică faptul, că refacerea naturală a ecosistemului petrofit din carieră *este asigurat de procesele de restabilire a diversității vegetale, de formare a regosolului (sol nou format) și a humusului (substanței organice). De menționat, că aceste procese sunt interdependente (depind unele de altele și influențează reciproc unele asupra altora).*

Rezultatele obținute demonstrează faptul, că procesul de solificare (formare a stratului de sol pe suprafața haldelor) depinde de durata perioadei de formare a haldelor, de locul pe suprafața acestora (pe coastă, pe teren plat sau la poalele haldei). Rezultatele au demonstrat, că stratul de sol este cel mai bine format pe teren plat și la poalele haldei. Cu cât perioada de formare a stratului de sol este mai mare, cu atât pe suprafața HS se dezvoltă un număr mai mare de plante, iar cu cât este mai mare numărul și masa speciilor de plante, cu atât este generată o cantitate mai mare de masă organică, care ulterior în decursul proceselor biochimice are loc transformarea acesteia (substanței organice) în humus.

Conținutul metalelor grele. În contextul efectuării unui spectru larg de cercetări, unde are loc formarea stratului de sol nou – regosol, prezintă un interes deosebit conținutul MG, ce sunt elemente necesare pentru creșterea plantelor și animalelor. Rezultatele privind conținutul MG în solurile nou – formate pe suprafața HS în dependență de vârsta acestora și de adâncimea prelevării probelor (0–20) și (20–40) cm sunt prezentate în tabelul 4.2. În tabel sunt indicate valorile pragului de alertă și de intervenție și media în solurile din RM [220]. Datele din tabel indică faptul, că conținutul de MG nu

depășesc aceste praguri nici pentru un metal din cele analizate. Menționăm, că cadmiu (Cd) n-a fost depistat în straturile de sol nou-formate.

Tabelul 4.2. Conținutul metalelor grele din regosolurile carierei de calcar „Lafarge Ciment"

Locul de colectare a probelor de sol	Adâncime	Valoarea obţinută și Incertitudinea de măsurare			
		Cu_{total}	Zn_{total}	Ni_{total}	Pb_{total}
	cm	mg/kg			
Halda recent amenajată, 0 ani	0–20	16,25 ± 1,73	33,36 ± 3,13	32,83 ± 2,97	11,95 ± 1,35
	20–40	16,31 ± 1,73	32,89 ± 3,13	32,00 ± 1,64	12,03 ± 1,35
Regosol, halda de 5 ani	0–20	17,95 ± 2,64	35,17 ± 3,13	28,17 ± 2,97	10,00 ± 1,35
	20–40	10,53 ± 1,73	22,72 ± 3,13	18,88 ± 2,97	12,01 ± 1,35
Regosol, halda de 10 ani	0–20	12,58 ± 1,73	24,38 ± 3,13	23,39 ± 1,64	8,38 ± 1,35
	20–40	12,64 ± 1,73	24,47 ± 3,13	24,45 ± 2,97	8,20 ± 1,35
Regosol, halda de 20 ani	0–20	14,69 ± 1,73	32,00 ± 3,13	27,23 ± 2,97	11,30 ± 1,35
	20–40	15,73 ± 1,73	30,34 ± 3,13	29,57 ± 1,64	10,09 ± 1,35
Regosol, halda de 25 ani	0–20	14,28 ± 1,73	35,69 ± 3,13	24,60 ± 1,64	10,09 ± 1,35
	20–40	12,25 ± 1,73	24,44 ± 3,13	22,95 ± 1,64	10,46 ± 1,35
Pragul de alertă (PA) (Kloke A., 1980), [174]		100	300	75	50
Pragul de intervenție (PI) (Kloke A., 1980), [174]		200	600	150	100
Diapazonul în solurile RM (Кирилюк В., 2006), [218]		2–400	10–166	5–75	5–30
Media în solurile RM (Кирилюк В., 2006) [218]		32	71	39	20
Klark (Lăcătușu R., 2008), [91]		22,4	66	23	30

Rezultatele privind conținutul MG pe suprafața HS demonstrează, că pentru ambele straturi pământoase (0–20 și 20–40 cm) de pe halda proaspătă de steril (0 ani) conținutul MG este mai înalt decât pentru haldele de 25, 20, 10, și 5 ani, ceea ce posibil se explică prin procesul de pedogeneză în decursul căruia are loc spălarea de către depunerile atmosferice a MG și cationilor schimbabili și migrarea acestora în adâncul haldelor, dispersia eoliană și transformarea acestora de speciile de plante care se dezvoltă pe suprafața haldelor.

Conținutul nutrienților. Rezultatele privind conținutul de azot total (metoda Kjeldahl), conținutul fosforului mobil și potasiului mobil [17] sunt prezentate în tabelul 4.3.

Datele arată, că conținutul azotului total depinde de vârsta haldei și de adâncimea stratului de sol analizat. Cel mai înalt conținut de azot total a fost determinat în solul nou-format pe suprafața haldei de 25 ani în stratul de 0–20 cm (1060 mg/kg). Acesta se explică prin faptul, că pe halda de 25 ani a avut loc dezvoltarea celui mai mare număr de specii de plante (73 unități), care au asigurat generarea celei mai mari cantități de substanță organică formată din masa diversității biologice și corespunzător, celui mai înalt procent de humus 2,22%.

Estimarea conținutului de K_2O demonstrează faptul, că cel mai înalt conținut al acestui nutrient a fost stabilit în stratul de sol de 0–20 cm. Conținutul acestuia în stratul de sol 20–40 cm este mai mic

decât în stratul 0–20 cm. Conținutul K_2O depinde de vârsta HS. Datele arată, că are loc creșterea conținutului de K_2O (mg/kg) pentru stratul 0–20 cm de la valoarea 229 pentru halda de 0 ani la 985 mg/kg pentru halda de 25 de ani.

Tabelul 4.3. Conținutul nutrienților din regosolurile carierei de calcar „Lafarge Ciment"

Locul de colectare a probelor de sol	**Adâncime**	**Valoarea obținută**		
		N_{total} *(met. Kjeldahl)*	**P_2O_5**	**K_2O**
	cm	**mg/kg**		
Halda recent amenajată, 0 ani	0–20	189	22,2	229
	20–40	196	27,5	206
Regosol, halda de 5 ani	0–20	182	14,6	203
	20–40	98	8,6	99
Regosol, halda de 10 ani	0–20	350	15,9	317
	20–40	189	5,6	161
Regosol, halda de 20 ani	0–20	773	22,3	447
	20–40	248	3,6	183
Regosol, halda de 25 ani	0–20	1060	26,3	985
	20–40	146	1,9	293

Rezultatele obținute indică la următoarea relație dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conținutul de K_2O mobil pentru stratul pământos 0–20 cm (mg/kg) = 25:20:10: 5:0 / 985:447:317:203:229. Acest fapt se explică prin acumularea potasiului de către speciile de plante în timpul creșterii și dezvoltării lor, iar ulterior după uscarea speciilor de plante, K_2O se acumulează în stratul de sol 0–20 cm, are loc așa numitul proces biogeochimic (fitocenotic).

Analiza conținutului de fosfor mobil în formă de P_2O_5 pentru halda de 25 ani în stratul de sol de 0–20 cm constituie 26,3 mg P_2O_5/kg, iar în stratul 20–40 cm – 1,9 mg P_2O_5/kg. Conținutul de *fosfor mobil* în stratul pământos de 20–40 cm este de 8,5 ori mai mic decât cel din stratul 0–20 cm. Pe halda de 20 ani în stratul 0–20 cm conținutul de fosfor mobil în formă de P_2O_5/kg constituie 22,3 mg/kg, iar în stratul de 20–40 cm, este de 3,6 mg/kg. În halda de 10 ani acest conținut în stratul 0–20 cm, este de 15,9 mg P_2O_5/kg, iar în stratul 20–40 este de 5,6 mg P_2O_5/kg. Pentru halda de 5 ani conținutul de fosfor mobil constituie 14,6 pentru stratul de 0–20 cm și 8,6 mg P_2O_5/kg pentru stratul de 20–40 cm. Conținutul fosforului mobil în formă de P_2O_5/kg pentru halda nouă de steril în stratul 0–20 cm constituie 22,2 mg P_2O_5/kg, iar pentru stratul de 20–40 cm acest conținut constituie 27,5 mg/kg.

Rezultatele obținute indică faptul, că începând cu halda de 5 ani, în stratul 0-20 cm are loc creșterea conținutului de fosfor mobil mg P_2O_5/kg de la 14,6 (halda de 5 ani) până la 26,3 mg P_2O_5/kg (halda de 25 ani), și viceversa, diminuarea conținutului de fosfor mobil mg P_2O_5/kg pentru stratul de 20–40 cm de la 8,6 mg P_2O_5/kg (halda de 5 ani) până la 1,9 mg P_2O_5/kg (halda de 25 ani). Acest fapt posibil poate fi explicat, prin utilizarea fosforului din stratul 20–40 cm de către speciile de plante și

acumularea acestuia în plante și ulterior, la uscarea lor, acumularea acestuia în stratul 0–20 cm, are loc așa numitul proces biogeochimic (fitocenotic).

Analiza privind conținutul de fosfor mobil mg P_2O_5/kg, în halda de 0 ani este de 22,2 pentru stratul de 0–20 cm și 27,5 mg P_2O_5/kg. Acest conținut de fosfor, posibil, se explică prin faptul, că reprezintă conținutul inițial real al fosforului în materialul care constituie halda de 0 ani.

Rezultatele obținute indică următoarea relație:

dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conținutul de fosfor mobil pentru stratul pământos 0–20 cm (mg P_2O_5/kg)

= 25:20:10:5:0 /26,3:22,3:15,9:14,6:22,2 mg P_2O_5/kg.

Rezultatele obținute indică, că cantitatea de fosfor mobil este determinată de vârsta haldei de steril, cu cât vârsta haldei este mai mare, cu atât este mai mare și conținutul de fosfor mobil. Excepție o reprezintă HS recent amenajată (0 ani), unde conținutul de fosfor mobil în stratul 0–20 cm constituie 22,22 mg P_2O_5/kg și 27,5 mg P_2O_5/kg pentru stratul de sol de 20–40 cm, ceea ce reprezintă conținutul natural al fosforului în masa pământoasă.

Aceste date demonstrează dinamica acestor nutrienți (azot, fosfor, potasiu) și a humusului în timp, în care are loc creșterea și dezvoltarea speciilor de plante și procesul de solificare (formare a solului nou) în straturile de pe suprafața HS. *Aceste procese: de variație a conținutului de azot, fosfor, potasiu, formarea humusului și a noilor soluri reprezintă procese interdependente și stau la baza restabilirii naturale a ecosistemului petrofit.*

4.4. Legități și dependențe (particularități) stabilite în procesul de restructurare naturală a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment”

A fost stabilită [18] *legitatea procesului de formare a solului pe suprafața HS, care este exprimată prin faptul, că formarea regosolurilor reprezintă un proces de evoluare a solului determinat de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața haldelor și a conținutului de humus (substanță organică) formată de masa speciilor dezvoltate pe suprafața HS,* care în cazul dat, este exprimată prin următoarea relație:

(vârsta haldei), (ani)/numărul de specii (unități)/conținutul de humus (substanță organică), (%) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0/2,22:1,72:0,62:0,33:0,28.

Procesul de restabilire a ecosistemului petrofit este asigurat de:

1. Inițierea procesului de restabilire a biodiversităţii vegetale pe suprafața HS este asigurată de materialul pământos de la suprafață haldei, alcătuit din straturi de roci neconsolidate şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos dispune de potențialul necesar și în calitate de biotop, asigură inițierea procesului de apariție a biodiversității și formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A.

2. Constatarea dependenței procesului de restabilire a biodiversităţii pe suprafața HS în dependență de vârsta acestor halde. Numărul de specii de plante erbacee este determinată de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare numărul de specii care se dezvoltă pe acestea, exprimată prin următoarea relație:

vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal a speciilor), (ani)/ numărul de specii (unități) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0.

În rezultatul cercetărilor a fost stabilită *dependența gradului de evoluare a regosolurilor, formate pe suprafața HS.* Gradul de evoluare a regosolurilor depinde de vârsta HS. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei de 25 ani.

Cercetările privind dinamica nutrienților (K_2O, P_2O_5 și N_{total}) în procesul de restabilire a ecosistemului petrofit au demonstrat următoarele:

pentru K_2O:

✓ rezultatele obținute indică următoarea relație dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conținutul de K_2O mobil pentru stratul pământos 0–20 cm (mg K_2O /kg) = 25:20:10: 5:0 / 985:447:317: 203:229.

pentru P_2O_5 :

✓ rezultatele obținute indică următoarea relație dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conținutul de fosfor mobil pentru stratul pământos 0–20 cm (mg P_2O_5/kg) = 25:20:10:5:0/26,3:22,3:15,9:14,6:22,2.

pentru N_{total}:

✓ rezultatele obținute indică următoarea relație dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conținutul de azot total pentru stratul pământos 0–20 cm (mg N/kg) = 25:20:10: 5:0/1060:773:350:182:189.

pentru conținutul de humus (substanță organică):

✓ rezultatele obținute indică următoarea relație dintre, vârsta haldei, (ani) / numărul de specii (unități) / conținutul de humus (substanță organică), (%)

= 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0/2,22:1,72:0,62:0,45:0,34.

Aceste procese: de variație a conținutului de azot, fosfor, potasiu, formarea humusului și a noilor soluri reprezintă procese interdependente și stau la baza restabilirii naturale a ecosistemului petrofit.

4.5. Concluzii la capitolul 4

1. Procesul de restructurare (restabilire) a ecosistemului petrofit constă din următoarele etape: de formare a haldelor, de inițiere și restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor, de solificare (formarea solurilor noi) pe suprafața haldelor de steril. Gradul de evoluare a regosolurilor depinde de

vârsta haldelor de steril. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei de 25 ani.

2. Pe suprafața haldei de 25 ani se dezvoltă cel mai mare număr de specii (73 unități), care au asigurat acumularea celui mai înalt procent de humus (materie organică) (2,22%).

3. Acumularea elementelor nutritive (N_{total}, P_2O_5 și K_2O) în regosolurile de pe suprafața haldelor de steril din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. asigură dezvoltarea abundentă a biodiversității vegetale și funcționalitatea normală a ecosistemului.

4. Conținutul MG în regosolul haldelor de steril arată că, acestea nu depășesc pragurile de alertă și de intervenție.

5. RECONSTRUCȚIA ECOLOGICĂ A ECOSISTEMULUI PETROFIT DIN CARIERA DE CALCAR „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A.

5.1. Soluții tehnice propuse pentru reconstrucția ecologică a ecosistemului petrofit din cariera de calcar „Lafarge Ciment”

Impactul asupra solului în urma exploatării miniere de suprafață este foarte puternic, astfel prin decopertare și haldare sterilul este depus în halde special amenajate. În cadrul tuturor haldelor miniere se întâlnesc materiale litologice ce stau la baza Protosolurilor antropice (Entiantrosolurilor). La prima vedere aceste soluri antropogene parcă ar oferi condiții suficiente pentru dezvoltarea vegetației, dar ele sunt lipsite de fertilitate, însușirile și proprietățile solului sunt diminuate, activitatea microbiologică este foarte scăzută.

Prin exploatarea de suprafață a calcarului din cariera „Lafarge Ciment” rezultă cantități enorme de steril depozitate în halde a căror reconstrucție ecologică este inevitabilă.

Afectarea mediului ambiant a început odată cu extragerea calcarului, prin scoaterea din circuitul agricol sau silvic a unor mari suprafețe de teren, prin poluarea atmosferei și a cursurilor de apă, prin poluarea solului și poluare fonică, prin realizarea de noi căi de acces, construirea de noi obiective atât productive cât și sociale.

Sterilul rezultat după extragerea calcarului este depus sub formă de halde. Haldele sunt constituite dintr-un amestec neomogen de pământ vegetal, nisip, pietriș, argilă și lut, care are o repartiție neuniformă în corpul haldei. Materialul excavat este depus în halde. Haldele din carieră au forma unor movile cu aspect de trunchi de piramidă sau con, care prezintă o parte superioară, mai mult sau mai puțin orizontală, ce constituie partea de platou, iar lateral este mărginită de jur împrejur de versanți însoriți sau parțial însoriți și respectiv umbriți sau parțial umbriți. În funcție de amplasamentul și volumul materialului excavat, de modul de transport și depozitare a acestuia, haldele rezultate au diferite forme, predominând haldele înalte și întinse.

Pe teritoriul carierei „Lafarge Ciment” sunt formate halde de 25 ani, 20 ani, 10 ani și 5 ani. După formarea HS s-a constatat o tendință de instalare spontană a unei vegetații naturale destul de abundente ce are un rol important în protecția haldei împotriva eroziunii și în începerea procesului de formare a solului. Speciile de plante care au apărut spontan sunt: *Potentilla recta* L. (scrântitoare erectă), *Potentilla argentea* L. (scrântitoare argintie), *Coronilla varia* L. (coroniște), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Melilotus albus* Medik (sulfina albă), *Lathyrus tuberosus* L. (oreșnița), *Lotus corniculatus* L. (ghizdei), *Astragalus glycyphyllos* L. (unghia găii), *Medicago lupulina* L. (lucerna), *Trifolium fragiferum* L. (trifoi de furaj), *Galium aparine* L. (turița), *Convolvulus arvensis* L. (volbura de câmp), *Echium vulgare* L. (iarba șarpelui), *Linaria vulgaris* Mill. (linărița), *Verbascum nigrum* L. (lumânărica), *Plantago lanceolata* L. (patlagina îngustă), *Plantago major* L. (patlagina mare), *Verbena officinalis* L.

(sporici), *Salvia nemorosa* L. (salvie), *Campanula sibirica* L. (clopoțel sibirian), *Achillea millefolium* L. (coada șoarecelui), *Xanthium strumarium* L. (cornuți), *Artemisia absinthium* L. (pelin alb), *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey. (lăptuc tătăresc), *Tussilago farfara* L. (podbal), *Elytrigia repens* (L.) Gould, (pir) *Festuca pratensis* Huds. (păiuș), *Bromus arvensis* L. (obsiga), *Poa bulbosa* L. (firuța bulboasă), *Poa nemoralis* L. (firuța de dumbravă), *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm), *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Salix caprea L.*(iovă), *Salix triandra* L. (salcie), *Populus sp.* (plop).

Reconstrucția ecologică și introducerea în circuitul economic a actualelor HS este o problemă actuală și foarte importantă în RM.

Cercetările au fost efectuate pe parcursul anilor 2017–2019 pe o HS proaspăt depozitată cu suprafața de 0,12 ha (figura 2.2, sectorul nr. 10) din cariera de calcar „Lafarge Ciment". În primăvara anului 2017 (23 martie) au fost plantate următoarele specii: *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm), *Elaeagnus argentea* Pursh. (sălcioara), *Hippophaë rhamnoides* L. (cătina albă), *Ligustrum vulgare* L. (lemn-câinesc), *Pinus nigra* J. F. Arnold. (pin negru), *Cotinus coggygria* Scop. (scumpie), *Ulmus glabra* Huds. (ulm), *Fraxinus exelsior* L. (frasin), *Acer pseudoplatanus* L. (paltin), *Gleditsia triacanthos* L. (glădița) (foto 1 din Anexa 6). În total pe această haldă au fost sădiți 771 arbori și arbuști.

În procesul de alegere a speciilor s-a ținut cont de condițiile staționare noi, caracteristicile HS, de proprietățile fizice, chimice ale tehnosolurilor.

Pe halda nouă în calitate de recultivare agricolă au fost plantate speciile de *Medicago sativa* L. (lucerna), *Trifolium pratense* L. (trifoi roșu) și *Trifolium fragiferum* L. (trifoi de furaj). Aceste specii de plante ierboase în următorul an erau în totalitate păscute de animalele sălbatice din carieră. Însă aceasta nu exclude posibilitatea utilizării plantelor erbacee în scop de recultivare agricolă. Reieșind din condițiile staționare din acest ecosistem cercetat, cultivarea acestor specii necesită elaborarea unor metode de protecție a terenurilor supuse recultivării prin amenajarea specială a haldelor.

5.2. Cerințe ecologice ale speciilor forestiere plantate pe halda de steril

Ecosistemele forestiere au o importanță majoră din punctul de vedere a al conservării, al folosirii durabile a biodiversității, ce reiese din conceptul științific „diversitate-stabilitate", elaborat de Shannon C. și Weaver W., conform căreia o optimă biodiversitate determină o maximă stabilitate [186, (cit. [50])].

Vegetația forestieră instalată pe suprafața haldei duce la formarea unui strat de sol fertil prin transformarea biomasei în humus, contribuie la îmbunătățirea capacității de infiltrare a apei, la aerisirea solului în urma formării sistemului radicular. Arborii și arbuștii plantați pe haldă

ajută la stabilizarea haldelor, stoparea începuturilor de eroziune și creează aspect peisagistic agreabil.

Robinia pseudoacacia L.- salcâmul, ca specie principală de bază, înregistrează cel mai ridicat procent de reușită, indiferent de cantitatea de precipitații din sezonul de vegetație sau perioade secetoase. Salcâmul are o largă amplitudine ecologică, fapt ce determină o acomodare relativ rapidă, cumulată cu modificări morfologice evidente (ritidom gros timpuriu, lujeri spinoşi, înrădăcinare profundă), mare putere de lăstărire și drajonare, o oarecare rusticitate și o variată utilizare a lemnului cu o foarte mare rentabilitate [41]. Salcâmul este considerat un arbore caracteristic de lumină, dar în condiții staționare prielnice, cu solul bogat și afânat, suportă bine umbra laterală, fapt care-i dă posibilitate să pătrundă din arboretele vecine (pinete, stejărete). Această specie trebuie să aibă un sol aerisit, afânat, ușor reavăn și de o fertilitate cel puțin mijlocie. O însușire importantă a salcâmului este marea sa rezistență la dăunătorii animali și paraziții vegetali, care este superioară celor mai multe specii de foioase [80]. Florile de salcâm sunt melifere și se poate dezvolta apicultura. Salcâmul se adaptează cel mai bine în majoritatea situațiilor existente pe halde, îndeplinind cel mai bine condițiile necesare reintroducerii în circuitul silvic productiv a acestor terenuri, fiind și specia recomandată a fi utilizată cu preponderență și pe viitor.

Ulmus glabra Huds. – ulmul, este longeviv, are o creștere rapidă, rezistent la umbrire, nu suportă salinizarea, uscăciunea solului și a aerului, preferă soluri fertile [115]. Pretențiile de lumină cresc pe măsură ce solurile sunt mai sărace, pe cele bogate suportă un oarecare grad de umbrire, mai ales în tinerețe. Suportă bine insolația și locurile uscate. Ulmul preferă ca solul să fie bogat, afânat, destul de profund, mai mult decât reavăn, deci umed, cu apă care se infiltrează încet prin pământ. Humusul în sol îi este foarte prielnic. Solurile argilo-nisipo-calcaroase sunt cele mai bune pentru el. Această specie suportă destul de bine gerurile de iarnă, cu excepția exceselor, care le provoacă gelivuri (crăpătură adâncă în lungimea tulpinii arborilor provocată de îngheț), din care se scurge o sevă de culoare brună. De aceleași excese de temperatură suferă și o bună parte din rădăcinile superficiale, mai ales în locurile slab acoperite. Înghețurile târzii și timpurii nu-l afectează prea mult. Rezistă bine la furtuni și la seceta trecătoare. Factorul dăunător al ulmului este ciuperca *Graphium ulmi* Schw. ce provoacă boala grafioză sau boala ulmilor.

Fraxinus exelsior L. – frasinul, este rezistent la temperaturile scăzute, dar gerurile mari de iarnă îi sunt dăunătoare, cauzându-i gelivuri. Înghețurile de primăvară (târzii) îi sunt la fel de periculoase, distrugându-i lujerul terminal, care intră în vegetație înaintea celorlalți doi laterali. Aceasta este cauza principală a înfurcirii trunchiului la frasin. Seceta și arșița îi sunt destul de primejdioase în tinerețe. Deși este o specie iubitoare de lumină și cu un acoperiș ușor, în tinerețe și anume în primii 10 ani se comportă foarte bine și la umbră, dar odată cu vârsta pretinde la mai

multă lumină. Frasinului îi sunt caracteristice două ecotipuri edafice de bază: unul de umezeală, care se întâlnește pe lunci și depresiuni, iar celălalt de calcar (de uscăciune) capabil să vegeteze pe soluri calcaroase, crește bine pe soluri bogate în calciu și revene, rezistă la uscăciunea solului și aerului comportându-se ca o specie xerofită. Este rezistent la fum, gaze și praf.

În afară de înghețurile târzii, insolație, secetă și inundații, frasinul suferă mai puțin de ceilalți factori climatici cum sunt: zăpada, chiciura și poleiul, deoarece își pierde frunzișul mai devreme. Plantațiile de frasin sunt adesea dăunate de șoareci, căprioare, insecte: fluturele *Prays curtisellus* Donox, care prin roaderea mugurelui terminal duce la înfurcirea frasinului. Frasinul comun este o specie foarte valoroasă datorită rezistenței ecologice, calității lemnului și productivității [80, 115].

Acer pseudoplatanus L. – paltinul, preferă un climat răcoros și umed, este rezistent la secetă, este iubitor de lumină. Solicită soluri fertile, afânate, revene, pretinde să aibă umiditate suficientă. Solurile de argilă, calcar și nisip, într-o măsură potrivită sunt cele mai bune. Această specie nu suferă la gerurile de iarnă, înghețurile de primăvară nu îi sunt periculoase. Paltinul de munte este o specie valoroasă datorită calității lemnului. Florile paltinului sunt melifere [80, 115].

Gleditsia triacanthos L. – glădița, preferă climă caldă, cu tomnă lungă și târzie. Nu suferă de ger. Datorită înrădăcinării profunde și bogate, este rezistentă la secetă și la vânturile puternice. Uneori suferă de înghețuri timpurii și de zăpadă. Este o specie iubitoare de lumină. Arborele de glădiță nu se răresc așa de ușor, ca cele de salcâm. Izolată, glădița nu se acoperă de crăci lacome. Preferă solurile profunde, fertile, afânate, umede, dar levigate de carbonați. Suportă soluri compacte, praful și fumul. Terenurile cu soluri de transport în văi și cele aluvionare corespund cel mai bine preferințelor ei. Suportă bine inundațiile. În terenurile inundabile, atinge înălțimile cele mai mari (20 m înălțime), formând trunchiuri drepte, bine spălate de crăci și cu coaja de culoare gri-verzuie. Nu este atacată de insecte, probabil din cauza unor substanțe volatile pe care le emană în aerul din jur și care sunt respingătoare pentru acestea [80, 115].

Pinus nigra Arnold J. F. – pinul negru, preferă soluri nisipo-argiloase cu substrat calcaros și cu umiditate redusă. Înrădăcinându-se puternic chiar din primii ani este rezistent la secetă. Pinul negru este foarte rezistent și la ger. Vânturile nu izbutesc să-l doboare decât pe solurile superficiale, unde nu-și poate dezvolta bogatul său sistem radicular. Temperamentul lui este robust, ceea ce face să constituie arborete mai închise și să suporte umbrirea mai mult decât toți congenerii săi. Datorită rădăcinilor laterale care pătrund prin crăpăturile stâncilor până la mare adâncime, izbutește să se instaleze și să vegeteze bine pe terenurile cele mai sărace și uscate. Astfel el crește bine în pietrișuri, pe stâncării, dând preferință terenurilor calcaroase sau

dolomitice, prezența magneziului părând a-i fi favorabilă. Este o specie „pionieră” și se folosește cu succes la valorificarea terenurilor degradate [80, 115].

Hippophaë rhamnoides L. – cătina albă, este o specie foarte rezistentă la ger și înghețuri, dar și la secetă. Nepretențioasă față de sol, suportă solurile crude, superficiale, scheletice, sărace, prundișuri, alunecări de teren, argilele umede, solurile compacte. Este o specie care fixează foarte bine taluzurile HS, având un sistem de înrădăcinare bine dezvoltat, ceea ce s-a dovedit și pe halda din carieră. Realizează simbioze cu bacterii nitrificatoare, îmbogățind solul în azot. De asemenea, specia este foarte importantă în industria alimentară şi farmaceutică, fructele fiind bogate în vitaminele A şi C [41]. Florile de cătină sunt plante melifere.

Elaeagnus argentea Pursh. – sălcioara, crește pe soluri nisipoase, uscate, este rezistentă la ger și secetă, îmbogățește solul cu azot, datorită bacteriilor fixatoare de azot [41].

Ligustrum vulgare L. – lemnul-câinesc, are o amplitudine ecologică largă, acomodându-se la cele mai diferite soluri cu condiţia să fie afânate, aerisite. Fiind specie de subarboret, suportă umbrirea [41]. În condițiile climaterice ale RM este complet rezistent. Preferă soluri mai bogate și revene, dar crește și pe cele mai sărace și uscate. Este rezistent la gaze și fum. În culturile silvice protejează bine solul [115].

Cotinus coggygria Scop. – scumpia, este rezistentă la secetă, suportă gerurile. Temperament de lumină, dar suportă și umbrirea. Nepretențioasă față de sol, crește pe nisipuri, pe sărături de stepă castanii, stâncării. Suportă fumul, praful, gazele, funinginea. Nu este atacată de dăunători. Plantă valoroasă în industrie, conține tanin (15–42%) [115].

5.3. Prinderea, supraviețuirea şi creşterea speciilor lemnoase pe halda de steril din cariera de calcar „Lafarge Ciment”

Reconstrucţia ecologică este o metodă pe larg utilizată pentru ameliorarea terenurilor degradate de factorul antropic prin faptul că fiind aplicată creează condiţii favorabile pentru restabilirea structurii şi funcţiilor ecosistemului deteriorat. Această metodă are în vedere introducerea pe terenuri degradate a speciilor lemnoase sau/şi erbacee în deplină corespundere cu condiţiile staţionare ale locului de cultură. De regulă, RE a terenurilor degradate are în vedere instalarea culturilor forestiere, deoarece acestea exercită un rol mediogen important privitor la: protecţia solului de eroziune, refacerea echilibrului hidrologic a biotopului, sporirea numărului de specii de plante şi animale etc. [52, 53, 229, 239]. Pădurile nou create pe terenuri degradate asigură menţinerea diversităţii forestiere şi servesc drept refugiu pentru lumea animală spontană, care exista sporadic în condiţiile agrocenozelor supuse presiunii antropice [68, 77].

Investigațiile au avut drept scop să stabilească gradul de prindere şi de supraviețuire, precum şi dinamica de creştere în înălţime și după diametru a puieţilor de salcâm, ulm de munte,

frasin comun, paltin de munte, glădiţă şi pin negru (foto 1, 2 din Anexa 7, foto 1, 2 din Anexa 8, foto 1, 2 din Anexa 9).

Speciile de arbori s-au caracterizat prin prindere diferită. În primul an după plantare cel mai înalt grad de prindere a puieţilor a fost înregistrat la salcâm (99,5%), urmat, la diferenţă nesemnificativă, de ulmul de munte (97,5%) şi, la diferenţă semnificativă, de glădiţă (92,9%) (tabelul 5.1). Pe terenul haldei paltinul de munte a asigurat o prindere bună (88,6%), iar cea mai scăzută prindere s-a înregistrat la frasinul comun (78,8%) şi pinul negru (68,8%). Potrivit lui Пак Л. şi Бобринёв В. [230] prinderea puieţilor de pin depinde de termenele de executare a lucrărilor de îngrijire în culturile forestiere. Autorii au demonstrat că întreţinerea mecanizată a solului între rândurile de puieţi, executată primăvara, distruge crusta formată în perioada de iarnă şi în aşa fel asigură păstrarea umidităţii în sol. Umiditatea solului doar după o singură întreţinere a fost cu 8–12% mai ridicată în varianta unde puieţi au fost supuşi lucrărilor de îngrijire decât în varianta martor, ceea a sporit gradul de prindere a puieţilor cu 19,6% în comparaţie cu varianta martor. Probabil că, puieţii speciilor studiate au reacţionat în mod diferit la efectele benefice obţinute urmare a executării lucrărilor de îngrijire, cele mai sensibile fiind frasinul comun şi pinul negru, ceea ce a şi determinat gradul diferit de prindere a puieţilor.

Tabelul 5.1. Principalii indicatori statistici la nivelul speciilor pentru prindere şi supravieţuire

Nr. d/o	Specia	Prinderea (%) – 2017			Supraviețuirea (%) – 2019		
		$\overline{X}$	σ	C	$\overline{X}$	σ	C
1.	**salcâm**	99,5	23,9	34,2	98,9	64,4	19,7
2.	**ulm de munte**	97,5	11,4	29,4	97,5	14,8	27,6
3.	**frasin comun**	78,8	6,5	29,8	76,3	7,6	22,4
4.	**paltin de munte**	88,6	12,1	45,3	75,7	14,3	36,9
5.	**glădiță**	92,9	3,6	20,5	92,8	7,8	26,6
6.	**pin negru**	68,8	7,1	51,9	56,3	7,5	27,0

Prinderea puieţilor de salcâm, ulm de munte, glădiţă, frasin comun şi paltin de munte a fost suficient de înaltă (78,8–99,5%) depăşind prevederile Normelor tehnice privind recepţia tehnică şi controlul anual al lucrărilor de regenerare, împădurire şi creşterea materialului forestier de reproducere [111] în conformitate cu care reuşita împăduririlor în anul întâi de creştere constituie 75,0% din totalul de puieţi plantaţi. O prindere mai scăzută decât cea arătată mai sus a fost înregistrară la puieţii de pin negru (68,8%), ceea ce sugerează că speciei respective trebuie să i se acorde o atenţie sporită la executarea lucrărilor de plantare şi de îngrijire în culturile forestiere.

Pe marginea celor rezultate, se poate afirma că dintre speciile studiate o sensibilitate mai mare la şocul de plantare au manifestat frasinul comun şi pinul negru. O viabilitate destul de sporită au manifestat-o salcâmul, ulmul de munte şi glădiţa. S-a constatat că puieţii viguroşi, care au un sistem radicular bine dezvoltat şi proporţionalizat, au realizat o prindere superioară, comparativ cu puieţi slab dezvoltaţi, cu rădăcini vătămate, ofilite, cu raport anormal între rădăcini şi partea aeriană.

După trei ani de la plantare, supravieţuirea înaltă au asigurat salcâmul (98,9%), ulmul de munte (97,5%) şi glădiţa (92,8%), iar o supravieţuire bună, pe HS proaspăt depozitată, au asigurat frasinul comun (76,3%) şi paltinul de munte (75,7%). O supravieţuire scăzută a fost înregistrată la pinul negru (56,3%) (tabelul 5.1). Se întrevede aceiaşi tendinţă de scădere a valorilor medii a indicilor de prindere şi de supravieţuire a puieţilor la speciile studiate pe parcursul celor trei ani de observaţie. Cu titlul de exemplu menţionăm, că frasinul comun a înregistrat valoarea medie a indicelui prinderea de 78,8%, iar în următorii doi ani viaţă au fost eliminaţi din diferite cauze doar 2,5% de puieţi (supravieţuirea fiind de 76,3%), fapt care demonstrează că în primul sezon de vegetaţie după plantare, firavii puieţi manifestă un grad ridicat de sensibilitate la acţiunea factorilor locali nefavorabili de mediu. De aceea, în primul an după plantare în raport cu anii în creştere eliminarea pe cale naturală a puieţilor este cea mai ridicată. Din cele relatate reiese, că pe parcursul perioadei de vegetaţie a primului an după plantare puieţilor speciilor lemnoase trebuie să li se acorde o atenţie sporită, astfel ca prin executarea periodică a lucrărilor de îngrijire în culturile forestiere să se combată buruienile copleşitoare şi să se afâneze solul.

Din cercetările efectuate cu privire la compararea culturilor experimentale în primii ani după plantare reiese, că în condiţiile ecotopului haldei cu material pământos proaspăt depozitat salcâmul a înregistrat creşterile cele mai active în înălţime, începând cu primul an după plantare. Creşterea în înălţime a salcâmului s-a menţinut activă pe întreaga perioadă ale celor trei ani de studiu (tabelul 5.2). Menţionăm că, în condiţiile extreme de mediu ale spaţiului haldei salcâmul a realizat după al 3-lea sezon de vegetaţie o creştere medie anuală accelerată în înălţime, care s-a situat la peste un metru (Z_h = 3,3 m – 2,2 m = 1,1 m).

Rezultate asemănătoare au fost obţinute de către Untaru E. [141], care a constatat că dintre speciile introduse pe terenurile alunecătoare şi cele cu eroziune în adâncime din zona Bârlad a României, creşterile deosebit de active în înălţime au fost realizate de către salcâmul alb, unde creşterea medie anuală a puieţilor se situa la circa 1 m, ceea ce a determinat realizarea stării de masiv la vârsta de 3–4 ani. Având în vedere că salcâmul alb este o specie puţin exigentă faţă de troficitatea solului, precum şi faptul că are o creştere redusă pe soluri calcaroase sau argiloase (adică în staţiuni necorespunzătoare) [61], creşterea activă a salcâmului în condiţiile de mediu

nefavorabile ale carierei de calcar „Lafarge Ciment”, dar şi în condiţiile terenurilor alunecătoare şi puternic erodate, demonstrează capacitatea puieţilor de a folosi eficient elementele minerale din sol chiar şi pe terenuri puternic degradate.

Tabelul 5.2. Valorile medii ($\overline{X}$, cm) şi coeficienţii de variaţie (C, %) a înălţimii puieţilor speciilor lemnoase

Nr. d/o	Specia	Vârsta puieţilor, ani					
		1		2		3	
		$\overline{X} \pm m_M$	C	$\overline{X} \pm m_M$	C	$\overline{X} \pm m_M$	C
1.	**salcâm**	69,9 ± 2,01	39,8	222,1 ± 4,54	28,2	326,1 ± 5,15	21,7
2.	**ulm de munte**	38,7 ± 2,09	33,7	43,8 ± 2,51	35,7	53,4 ± 2,64	30,9
3.	**frasin comun**	21,9 ± 0,88	32,2	24,4 ± 0,86	27,6	33,8 ± 0,96	22,4
4.	**paltin de munte**	26,8 ± 1,55	45,6	31,4 ± 1,62	37,5	38,8 ± 1,99	37,3
5.	**glădiță**	17,5 ± 0,75	21,8	20,7 ± 1,05	26,0	29,3 ± 1,58	27,5
6.	**pin negru**	13,6 ± 1,68	71,0	17,4 ± 1,62	51,1	27,7 ± 1,62	30,4

Celelalte specii introduse în cultură s-au caracterizat prin creşteri mult mai scăzute în comparaţie cu cele ale salcâmului. Ulmul de munte, utilizat ca specie principală de amestec, în asociere cu lemnul câinesc şi scumpia, a prezentat un ritm mediu de creştere în înălţime şi după diametru (tabelul 5.2 şi 5.3). Este interesant de observat că ulmul de munte se caracterizează prin creştere rapidă în tinereţe [41, 58], însă în pofida acestui fapt în condiţiile de mediu ale haldei, în cel de-al 3-a an după plantare, ulmul de munte a fost depăşit semnificativ în creştere de către salcâmul alb, atât în înălţime ($t_{calc.}$ = 47,121; $p < 0,001$), cât şi după diametru ($t_{calc.}$ = 20,747; $p < 0,001$).

Tabelul 5.3. Valorile medii ($\overline{X}$, cm) şi coeficienţii de variaţie (C, %) a diametrului puieţilor speciilor lemnoase

Nr. d/o	Specia	Vârsta puieţilor, ani					
		1		2		3	
		$\overline{X} \pm m_M$	C	$\overline{X} \pm m_M$	C	$\overline{X} \pm m_M$	C
1.	**salcâm**	1,0 ± 0,03	44,9	3,2 ± 0,08	31,9	5,0 ± 0,10	29,2
2.	**ulm de munte**	0,5 ± 0,03	39,8	0,6 ± 0,04	50,4	1,2 ± 0,10	67,6
3.	**frasin comun**	0,3 ± 0,02	38,3	0,4 ± 0,01	26,6	0,6 ± 0,02	23,0
4.	**paltin de munte**	0,4 ± 0,01	24,7	0,5 ± 0,01	22,1	0,6 ± 0,01	20,1
5.	**glădiță**	0,3 ± 0,01	20,5	0,4 ± 0,01	18,0	0,6 ± 0,02	19,1
6.	**pin negru**	0,4 ± 0,02	31,3	0,5 ± 0,02	21,8	0,7 ± 0,03	22,1

Cât priveşte frasinul comun, care în cultura forestieră a fost folosit ca specie principală de bază şi paltinul de munte – ca specie principală de amestec, acestea sunt specii relativ repede crescătoare [41, 58]. Ambele specii, pe parcursul celor 3 ani de analiză, s-au caracterizat prin ritm relativ lent de creştere în înălţime şi asemănător (tabelul 5.2). Frasinul comun în al 2-lea an după plantare în comparaţie cu primul an a avut o creştere lentă în înălţime ($\overline{X}$ h_1 = 21,9 cm; $\overline{X}$ h_2 = 24,4 cm), pe când după diametru a înregistrat o creştere înceată ($\overline{X}$ d_1 = 0,3 cm; $\overline{X}$ d_2 = 0,4 cm). Probabil, că puieţii frasinului comun în primii doi ani după plantare au manifestat o viabilitate scăzută faţă de condiţiile de mediu a terenului haldei formată din material pământos.

Glădiţa şi pinul negru au înregistrat un ritm lent de creştere în înălţime (tabelul 5.2), iar după diametru a fost consemnat un ritm relativ lent de creştere în primul an după plantare, dar care s-a intensificat întrucâtva în următorii ani (în special la pinul negru) (tabelul 5.3). Menţionăm că dintre speciile genului *Pinus* L. cultivate în Europa pinul negru, de rând cu pinul strob, se caracterizează prin creşterile cele mai rapide în înălţime [61]. În raport cu speciile studiate, pinul negru s-a situat pe locul al treilea în clasament în ceea ce priveşte ritmul de creştere a puieţilor după diametru (tabelul 5.3), iar creşterea în înălţime a fost scăzută astfel încât specia a ocupat ultima poziţie după valoarea medie a indicelui respectiv (tabelul 5.2).

Se ştie, că culturile forestiere de pin negru cresc lent în primii ani după plantare. Acest fapt se explică prin şocul post plantare pe care îl suportă puieţii pinului negru, când biomasa aeriană creşte mai lent decât biomasa rădăcinilor. Sistemul de rădăcini, urmare a retezării considerabile la săpatul puieţilor în pepinieră, creşte semnificativ de mult în adâncime, cuprinzând volume noi de sol, în detrimentul creşterii părţii aeriene [39]. Considerăm că, creşterea lentă în înălţime a puieţilor pinului negru se datorează particularităţii lui biologice expuse mai sus.

Datele furnizate de studiile asupra pinului negru denotă că acesta poate fi introdus cu succes în cultura forestieră în calitate de specie principală de bază în asociere cu specii secundare şi arbustive în vederea ameliorării terenurilor degradate [39, 141]. Capacitatea pinului negru de a suporta gerurile şi uscăciunea dictează introducerea speciei în cadrul lucrărilor de reconstrucţie ecologică la înnobilarea sau substituirea unor arborete de slabă productivitate din silvostepă sau la recultivarea unor terenuri degradate prin exploatări miniere, cariere etc. [39, 58, 239].

De rând cu analiza dinamicii de creştere a speciilor lemnoase în condiţiile ecotopului haldei un anumit interes ştiinţific prezintă compararea gradelor de variabilitate a înălţimii şi diametrului puieţilor la speciile lemnoase investigate. Datele ilustrate în tabelele 5.2 şi 5.3 consemnează că în primul an după plantare înălţimea şi diametrul puieţilor tuturor speciilor lemnoase se caracterizează printr-un grad înalt de variabilitate. De exemplu, coeficientul de variabilitate a înălţimii puieţilor ulmului de munte a înregistrat valoarea de C = 33,7%, iar a

pinului negru – de C = 71,0%. Este ştiut faptul, că firavii şi plăpânzii puieţi ale speciilor lemnoase în primii ani de viaţă manifestă o sensibilitate ridicată la acţiunea influenţelor nefavorabile condiţionate de factorii mediului înconjurător. În perioada de timp de la plantare şi până la sfârşitul primului an de viaţă firavii puieţi parcurg cele mai grele momente din viaţă. Variaţia individuală a stării puieţilor la acţiunea factorilor de mediu în acest răstimp este diferită, ceea ce condiţionează o creştere deosebită a puieţilor unul faţă de altul. Din această cauză puieţii se caracterizează printr-un grad înalt de variabilitate a caracterelor fenotipice. În anii care urmează viabilitatea puieţilor sporeşte. Creşterea puieţilor se stabilizează în corespundere cu specificul lor genetic, ceea ce duce la scăderea gradului de variabilitate a caracterelor [47, 224]. Tendinţa sporirii viabilităţii puieţilor de-a lungul anilor se manifestă la speciile lemnoase studiate. De exemplu, variabilitatea ridicată a înălţimii puieţilor de salcâm (C = 39,8%) în primul an după plantare scade cu 18,1% în al treilea an după plantare (tabelul 5.2).

În cercetările efectuate au fost stabilite și particularitățile de creștere în înălţime a puieților speciilor de arbuşti: sălcioara, scumpia, cătina albă şi lemnul-câinesc, care în diferitele tipuri de cultură (variante) prezentate mai sus au rolul de specii pentru protecţia şi ameliorarea solului (foto 1, 2 din Anexa 7, foto 1, 2 din Anexa 8, foto 1, 2 din Anexa 9).

Ritmul de creştere în înălţime a puieţilor speciilor a fost analizat în conformitate cu clasificarea speciilor lemnoase elaborată de către Криворотов С. și Карпун Ю. [223], care prevede următoarele gradări:

- ✓ specii lemnoase cu creştere foarte rapidă – creşterea anuală de până la 2 m şi mai mult;
- ✓ specii lemnoase cu creştere rapidă – creşterea anuală de până la 1 m;
- ✓ specii lemnoase cu creştere moderată – creşterea anuală de 0,5–0,6 m;
- ✓ specii lemnoase cu creştere lentă – creşterea anuală de 0,2–0,3 m;
- ✓ specii lemnoase cu creştere foarte lentă – creşterea anuală de până la 0,2 m.

În urma studiilor efectuate asupra creşterii şi dezvoltării culturilor forestiere comparative în condiţiile unei halde proaspăt depozitate cu material pământos s-a stabilit că după primul an de la plantare o prindere bună au realizat lemnul-câinesc (88,3%) şi cătina albă (95,5%). O prindere foarte scăzută a asigurat scumpia (37,5%) şi scăzută sălcioara (49,3%) (tabelul 5.5). Rezultate diferite faţă de cele obţinute de noi au fost atestate pe terenuri foarte puternic degradate unde cătina albă a realizat o prindere de 75,7% şi sălcioara de 83,8% din totalul puieţilor plantaţi [146], fapt care sugerează că prinderea puieţilor este influenţată de specie, condiţiile de mediu a locului de cultură şi calitatea lucrărilor de împădurire.

După trei ani de la plantare, speciile care au asigurat un grad de supravieţuire ridicat au fost lemnul-câinesc (83,3%) şi cătina albă (90,9%), cel mai scăzut grad de supravieţuire a fost înregistrat la scumpie (35,4%). Datele prezentate în tabelul 5.4 denotă că, după trei ani de la

plantare procentul puieţilor care au supravieţuit este foarte asemănător cu procentul puieţilor care au rămas vii pe parcursul primului sezon de vegetaţie. În calitate de exemplu menţionăm că, după primul an de la plantare procentul puieţilor vii (prinşi) de scumpie a numărat circa o treime din totalul celor plantaţi, iar după trei ani de la plantare din diferite cauze au fost eliminaţi doar 2,1% de puieţi. Acest fapt consemnează că, firavii puieţi ai speciilor de arbuşti, ţinuți sub observaţie, în primul an după plantare au parcurs cele mai grele momente din viaţă în condiţiile vitrege de vegetaţie ale haldei, ceea ce a şi determinat eliminarea de diferit grad a puieţilor în funcţie de viabilitatea speciei.

Potrivit lui Vlasin H. [146], după cinci ani de la plantare, la plantarea în vetre, de terenuri alunecătoare cu masa alunecată moderat fragmentată din partea de nord a câmpiei Transilvaniei, supraviețuirea bună a fost asigurată de cătina albă (75,0%) şi lemnul-câinesc (62,7%). Colaborarea rezultatelor prezentate, cu cele obţinute, demonstrează că puieţii speciilor de arbuşti plantaţi pe diverse categorii de terenuri degradate manifestă grade de supravieţuire diferite în funcţie de capacitatea de adaptare a speciei faţă de condiţiile de mediu ale locului de cultură. Răspunsul diferit a puieţilor speciilor analizate la acţiunea factorilor de stres în condiţiile de mediu a haldei formată din material pământos sugerează că schimbarea stării de viabilitate a plantelor poate fi apreciată, determinând termotoleranţa frunzelor puieţilor cu ajutorul metodei de scurgere a electroliţilor [48, 54].

Valorile minime ale înălţimii sunt apropiate la puieţii speciilor investigate după primul an de la plantare, variind în diapazonul de 4–11 cm, exceptând sălcioara la care indicele respectiv este mai ridicat (20 cm). Valorile maxime ale înălţimii se deosebesc semnificativ de la o specie la alta (de la 46 cm la cătina albă la 138 cm la scumpie). Diferențele dintre valorile minime, precum şi dintre cele maxime ale înălţimii puieţilor la speciile analizate au sporit în anii care au urmat, fapt care denotă că ritmul de creştere în înălţime (fie lent sau dimpotrivă rapid) este specific pentru orișicare specie de arbuşti (tabelul 5.4). Se poate conchide astfel că, speciile de arbuşti se caracterizează printr-un anumit ritm de creştere determinat genetic.

În primul an de la plantare înălţimea puieţilor la speciile analizate s-a caracterizat printr-un grad înalt şi foarte înalt de variabilitate (C = 34,4–63,7%), ceea ce a demonstrat, că firavele plante de la început sunt sensibile faţă de influenţa factorilor de mediu ale locului unde au fost plantate. Cu înaintarea în vârstă a fost manifestată tendinţa de scădere a gradului de variabilitate a înălţimii puieţilor. După trei ani de la plantare, în raport cu primul an, este evidentă reducerea variabilităţii înălţimii puieţilor la speciile de arbuşti cu 0,9–19,1%, ceea demonstrează că odată cu înaintarea în vârstă sporeşte capacitatea de adaptare a plantelor la noile condiţii ecologice.

Tabelul 5.4. Indicii statistici privind prinderea (%), supravieţuirea (%) şi creşterea (cm) puieţilor speciilor de arbuşti

Nr. d/o	Specia	Prinderea	Supravieţuirea	Vârsta, ani			
				$\overline{X} \pm m_M$	Min	Max	C
	primul an de viață						
1.	**sălcioara**	49,3	-	42,9 ± 2,6	20	70	34,4
2.	**scumpia**	37,5	-	71,0 ± 10,7	11	138	63,7
3.	**cătina albă**	95,5	-	25,6 ± 1,1	6	46	36,1
4.	**lemn-câinesc**	88,3	-	25,7 ± 1,2	4	67	46,3
al 2-lea an de viață							
1.	**sălcioara**	-	-	139,6 ± 7,6	50	255	29,4
2.	**scumpia**	-	-	81,9 ± 10,2	20	140	52,9
3.	**cătina albă**	-	-	46,5 ± 1,82	11	110	35,4
4.	**lemn-câinesc**	-	-	35,1 ± 1,36	14	90	39,4
al 3-lea an de viață							
1.	**sălcioara**	-	37,3	271,3 ± 17,3	181	460	31,9
2.	**scumpia**	-	35,4	102,5 ± 11,1	21	190	44,6
3.	**cătina albă**	-	90,9	81,4 ± 3,21	30	150	35,2
4.	**lemn-câinesc**	-	83,3	46,1 ± 1,70	17	120	36,9

Din cercetările anterioare se cunoaşte, că sălcioara este o specie rezistenţă la ger, secetă, poluare cu gaze industriale, nu este pretenţioasă faţă de sol, creşte chiar şi pe soluri sărace, sărăturate şi că este o specie repede crescătoare [110]. Datele obţinute denotă că, sălcioara s-a caracterizat prin creştere rapidă pe întreaga perioadă de observaţie (tabelul 5.4), sporindu-şi rata de creştere de la un an la altul. Cu titlul de exemplu relatăm că, sălcioara după primul an de viaţă a realizat o înălţime medie anuală de Z_h = 42,9 cm, după cel de-al 2-lea an – de Z_h = 96,7 cm, după cel de-al 3-lea an – de Z_h = 131,7 cm, fapt care a demonstrat în mod clar că viteza de creştere a puieţilor sporeşte odată cu înaintarea lor în vârstă. Sub acest aspect, sălcioara, în conformitate cu clasificarea speciilor lemnoase după ritmul lor de creştere în înălţime, elaborată de către Криворотов С. și Карпун Ю. [223], este o specie cu creştere foarte rapidă.

Un studiu făcut de cercetătorii germani arată că o plantaţie forestieră experimentală este capabilă într-o perioadă de 5 ani să sporească volumul azotului disponibil în stratul de 20 cm de la suprafaţa solului cu 6–30% în funcţie de specie. Creșterea în sol a conținutului de azot în formă disponibilă a fost mai evidentă în parcela cu specia azotfixatoare sălcioara. În ciuda

salinizării ridicate în zona de distribuţie a rădăcinilor, eficacitatea fixării biologice a azotului a sporit de la 40% până la 100% pe parcursul a 5 ani de la instalarea plantaţiei. În plantaţia de sălcioară, în primii patru ani de viaţă, urmare a descompunerii litierei frunzelor, bogate în azot, au fost eliberate circa 100 kg de azot pur, care a fost parte a solului [173].

După observaţiile făcute de Negulescu E. şi Stănescu V. [110], scumpia este o specie termofilă şi xerofilă. Se caracterizează prin creştere rapidă la început, lăstarii atingând până la 1 m înălţime după primul an. După datele publicate de Криворотов С. şi Карпун Ю. [223], scumpia este o specie, care consemnează o creştere moderată în înălţime. Studiile efectuate evidenţiază o sporire moderată în ceea ce priveşte creşterea în înălţime a puieţilor de scumpie din primul an de viaţă, când înălţimea medie a puieţilor a înregistrat valoarea de $\overline{X}$ =71,0 cm, până în cel de-al 3-lea an de viaţă, când înălţimea medie a puieţilor s-a situat la nivelul de $\overline{X}$ =102,5 cm. Reiese, că în condiţiile ecologice a unei halde formată din material pământos din cariera „Lafarge Ciment" scumpia, în conformitate cu clasificarea arătată mai sus, se manifestă ca specie cu creştere rapidă în înălţime.

Cătina albă suportă atât gerurile foarte aspre, cât şi căldurile excesive, prezintă o mare rezistenţă la secetă, este puţin exigentă faţă de sol [110], se caracterizează prin creştere lentă în înălţime [223]. În condiţiile ecotopului haldei la cătina albă se observă o creştere ascendentă, ceea ce înseamnă că după cel de-al 3-lea an de viaţă în comparaţie cu cel de-al 2-lea an, înălţimea medie a puieţilor a sporit de 1,8 ori, iar în raport cu primul an de viaţă – de 3,2 ori (tabelul 5.4). Datele prezentate, dar şi observaţiile asupra stării puieţilor efectuate pe teren a căror viabilitate a fost consimțită, demonstrează, că cătina albă după modul în care creşte şi se dezvoltă, se caracterizează prin creştere rapidă în înălţime.

Lemnul-câinesc este rezistent la ger şi la secetă, creşte pe soluri diferite, dar se dezvoltă bine din tinereţe pe locuri descoperite [110]. Potrivit lui Криворотов С. și Карпун Ю. [223] lemnul-câinesc este o specie cu creştere lentă în înălţime. Din datele prezentate în tabel se vede că după primul an de la plantare înălţimea medie a puieţilor de lemn-câinesc ($\overline{X}$ =25,7 cm**)** a fost practic identică cu cea a puieţilor de cătină albă ($\overline{X}$ =25,6 cm). În anii care au urmat celelalte specii investigate au început să crească semnificativ mai repede decât lemnul-câinesc. De exemplu, după al 2-lea an de la plantare înălţimea medie a puieţilor de cătină a fost cu 11,4 cm mai mare, iar după al 3-lea an de la plantare cu 35,3 cm mai mare decât a puieţilor de lemn-câinesc. Astfel, după ritmul de creştere în condiţiile ecotopului haldei puieţii de lemn-câinesc se caracterizează prin creştere moderată în înălţime.

Pe marginea celor rezultate, se poate afirma că după ritmul de creştere în înălţime speciile de arbuşti studiate se distribuie în ordinea: sălcioara specie cu creştere foarte rapidă, scumpia şi

cătina albă – cu creştere rapidă, lemnul-câinesc – cu creştere moderată. Alţi autori, citaţi mai sus, au evidenţiat particularităţi biologice deosebite faţă de cele prezentare de noi privind ritmul de creştere în înălţime a speciilor de arbuşti, ceea ce sugerează că în anumite zone fitogeografice şi categorii de terenuri creşterea şi viabilitatea puieţilor suportă modificări în funcţie de specificul condiţiilor de mediu a locului de cultură.

5.4. Posibilități de integrare ecologică și economică a haldelor studiate

Resursele vegetale și animale reprezintă o sursă naturală din acest ecosistem pentru utilizarea lui în scop ecologic și economic. Deși, ecosistemul din punct de vedere a extragerii resurselor minerale utile este modificat radical, totuși cariera posedă capacitatea de regenerare. În cadrul studiului componentelor floristice și faunistice a HS de diferită vârstă s-a observat o autoreglare a acestui ecosistem la nivel satisfăcător. Numărul speciilor depistate de noi comparativ cu numărul speciilor din sursele bibliografice, tipice ecosistemelor calcaroase este mai redus, dar unele specii vegetează în abundență mare, formând hățișuri de nepătruns din *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Rosa canina* L. (măceş), *Crataegus monogyna* Jacq. (păducel) și un covor ierbos compact, care acoperă complet suprafaţa solului cu *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă) de pe halda de 20 ani, *Festuca pratensis* Huds. (păiuş), *Knautia arvensis* (L.) Coult. (mușcata dracului), alte specii sunt reprezentate în cantităţi mult mai mici, uneori fiind reprezentate prin exemplare solitare.

Astfel, comparând lista speciilor din sursele bibliografice ale ecosistemelor calcaroase utilizate în diferite domenii ale economiei cu speciile depistate la etapa actuală în ecosistemul carierei exploatate, constatăm o reducere substanţială a numărului de specii utilizate în diferite domenii (tabelul 1 din Anexa 3).

Din speciile de plante fructifere de pădure sau pomuşoare în ecosistemul cercetat este întâlnită specia invazivă *Rubus caesius* L. (mur), care în siturile investigate nu-şi manifestă deocamdată caracterul său invaziv.

Speciile de plante fructifere sunt reprezentate de *Cerasus avium* (L.) Moench (cireş), *Armeniaca vulgaris* Lam. (zarzăr), *Malus domestica* Borkh. (măr), care sunt întâlnite sporadic pe haldele cu vârsta de 20 şi 25 ani. Prezenţa acestor specii în ecosistemul cercetat, după cum am menţionat anterior, se datorează ornitocoriei, adică fructele de cireş, zarzăr, măr au fost răspândite din împrejurimi în cariera cercetată, cu ajutorul păsărilor.

Speciile nucifere *Corylus avellana* L. (alun) şi *Juglans regia* L. (nuc), care sunt prezente în împrejurimi, au condiţii de vegetare în acest ecosistem şi au fost depistate pe teritoriul carierei copaci şi puieţi de nuc.

Dintre speciile de plante pentru condimente, în carieră am identificat doar o singură specie: *Thymus marchallianus Willd* (cimbrișor), care poate fi întâlnit sporadic.

Din speciile etero-uleioase şi-au găsit condiţii favorabile pe haldele carierei doar speciile de *Salvia verticillata* L. (salvie verticilată), *Thymus marchallianus Willd* (cimbrișor) și *Artemisia absinthium* L. (pelin alb), ultima specie pe alocuri are o dezvoltare mai intensă.

Speciile de plante cu conţinut de tanine în ecosistemul carierei sunt reprezentate de *Salix caprea* L. (iovă), *Salix triandra* L. (mlajă) care au fost depistate în preajma bazinului acvatic şi pe marginea drumului de la baza haldei de 25 ani și *Rhamnus cathartica* L. (verigar).

Lista speciilor medicinale depistate în carieră este mai completă, fiind reprezentate de speciile: *Rosa canina* L. (măceş), *Crataegus monogyna* Jacq. (păducel), *Hippophaë rhamnoides* L. (cătina albă), *Lotus corniculatus* L. (ghizdei), *Valeriana officinalis* L. (odolean), *Arctium lappa* L. (brusture), *Coronilla varia* L. (coroniște), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), etc. Unele dintre aceste specii identificate de noi sunt prezente în cantităţi infime, de exemplu: *Heracleum sibiricum* L. (crucea pământului), *Hypericum perforatum* L. (pojarniţa), *Tussilago farfara* L. (podbal), iar *Inula helenium* L. (iarba mare) şi *Taraxacum officinale* Wigg. (păpădia) etc.

Speciile de plante melifere habitează abundent în acest ecosistem: *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Robinia pseudacacia* L. (salcâm), *Rhamnus cathartica* L. (verigar), *Echium vulgare* L. (iarba şarpelui), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Lotus corniculatus* L. (ghizdei) etc.

Speciile de plante toxice în ecosistemul cercetat sunt reprezentate de: *Conium maculatum* L. (cucuta). *Solanum dulcamara* L. (lăsnicior). *Alisma plantago-aquatica* L. (brâncăriţa), ultima vegetează numai lângă bazinul acvatic. La specia de *Coronilla varia* L. (coroniște) sunt toxice doar semințele.

Speciile de plante ce conțin coloranți în ecosistemul cercetat sunt reprezentate de: *Sambucus ebulus* L. (boz) și *Echium vulgare* L. (iarba şarpelui).

Speciile de plante furajere în număr de 7 specii depistate pe teritoriul carierei cercetate au un aport diferit în formarea covorului vegetal. Astfel *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (trestie de-câmp), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (pir), *Lotus corniculatus* L. (ghizdei), *Medicago lupulina* L. (lucerna), *Trifolium fragiferum* L. (trifoi de furaj), şi *Melilotus albus* Medik (sulfina albă) au o dezvoltare moderată sau redusă pe suprafaţa haldelor cercetate, pe când *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă) în anii cu condiţii favorabile se dezvoltă abundent, atât pe pantele haldelor, dar mai cu seamă pe suprafaţa orizontală a lor unde înălţimea plantelor depăşeşte 2 m, tulpinile sunt groase şi viguroase, iar suprafaţa de acoperire poate fi considerată integral. Un asemenea

sector de vegetaţie a fost depistat în vara anului 2014 pe suprafaţa orizontală a haldei de 20 de ani în spaţiul liber de copacii de măslin sălbatic.

Speciile de plante cu acţiune insecticidă nu sunt prea numeroase după diversitate, fiind reprezentate doar de 2 specii: *Tanacetum vulgare* L. (vetrice) şi *Linaria vulgaris* (L.) Mill. (linăriţa), aceste specii au fost depistate pe haldele studiate, însă ele vegetează cu abundenţă redusă.

Speciile spontane *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Rosa canina* L. (măceş), *Crataegus monogyna* Jacq. (păducel) și unele specii fructifere *Armeniaca vulgaris* Lam. (zarzăr), *Cerasus avium* (L.) Moench (cireș), *Juglans regia* L. (nuc), etc., care vegetează în acest ecosistem servesc sursa nutritivă de bază pentru un număr mare de specii de păsări cum sunt: *Larus argentatus* Pont. (pescăruș argintiu), *Larus ridibundus* L. (pescăruș râzător), *Buteo rufinus* Cretzsch. (șorecar mare), *Phoenicurus ochruros* Gmel. (codroș de munte), etc. Din punct de vedere ecologic aceste specii de plante reprezintă veriga inițială a lanțului trofic din acest ecosistem.

Speciile lemnoase au un sistem radicular bine dezvoltat, ceea ce duce la stabilitatea substratului. Multe din speciile ierboase și lemnoase posedă capacitatea azotfixatoare cum ar fi *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm), *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă) etc., care îmbogățesc substratul steril al haldelor cu azot, astfel solul devine mai favorabil pentru dezvoltarea altor specii de plante, care necesită o anumită cantitate de azot.

Din punct de vedere ecologic o trăsătură importantă reprezintă speciile rare incluse în CR a RM, care au găsit condiții favorabile de dezvoltare în acest ecosistem: *Vitis sylvestris* C.C. Gmel. (viţa-de-vie sălbatică), *Polyommatus daphnis* Den. Et Schiff. (albăstrica), *Purpuricenus kaehleri* L. (croitor Kaehleri), *Lucanus cervus* L. (rădașca), *Morimus funereus* Muls. (croitor cenușiu), *Zerynthia polyxena* Den. & Schiff. (fluturile polixena).

Transformarea unei zone afectată de minerit, caracterizată de forme antropice de relief, într-o zonă ce se integrează cu uşurinţă în cadrul natural înconjurător, oferă posibilităţi multiple de utilizare în viitor a terenului.

Posibilități de integrare ecologică reprezintă zona umedă din carieră, unde au fost observate păsări migratoare care utilizează acest habitat pentru popas. Pe suprafața bazinului acvatic din carieră în timpul popasului au fost observate sute de rațe sălbatice. Ca posibilitate de integrare ecologică și economică ar putea fi crearea unui lac cu funcţiune naturalistică, care creează un habitat acvatic ce contribuie la îmbunătăţirea biodiversităţii. Popularea acestui lac cu specii de peşti și amfibieni, este în măsură să atragă specii de păsări acvatice, ceea ce contribuie la dezvoltarea unui nou ecosistem în zonă, superior calitativ celui existent la moment. De

asemenea, împădurirea zonelor adiacente va contribui la repopularea zonei cu specii faunistice caracteristice, asigurând în mai mare măsură îmbunătăţirea biodiversităţii.

O altă posibilitate de integrare economică este amplasarea stupilor de albine pe halde, deoarece aici cresc din abundență specii melifere: *Elaeagnus argentea* Pursh (măslin sălbatic), *Elaeagnus angustifolia* L. (sălcioara angustifolie), *Robinia pseudoacacia* L. (salcâm), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă) etc. Valorificarea haldelor din carieră prin cultura de rapiță din care se obține biocombustibilul este la fel o posibilitate de reintegrare economică.

După încetarea activității carierei, teritoriul este un loc potrivit pentru ecoturism, pentru zonă de agrement, odihnă, recreere, practicarea sporturilor, amenajarea pistelor pentru biciclete, motociclete, construirea unui hipodrom.

În concluzie, se poate considera că aceste propuneri conduc atât la diminuarea pericolelor de poluare a factorilor de mediu din zona analizată, cât şi la refacerea factorilor de mediu la un nivel cât mai apropiat celui anterior desfăşurării activităţilor miniere, în contextul dezvoltării durabile.

Putem afirma, că din punct de vedere ecologic HS de diferită vârstă se autorestabilesc, datorită atât speciilor arborescente: măslinul sălbatic, verigarul, cătina etc., cât și a speciilor ierboase: coroniștea, sulfina, trifoiul, ghizdeiul etc. Speciile de arbori stopează procesul de alunecare și eroziune a solului, iar speciile fixatoare de azot asigură sursa de azot în sol.

5.5. Concluzii la capitolul 5

1. Recultivarea terenurilor degradate din cadrul carierei de calcar concomitent cu redarea lor în circuitul economic se poate realiza, în majoritatea cazurilor prin împădurire, asociată cu unele lucrări ajutătoare de consolidare şi amenajare.

2. Prinderea puieţilor speciilor de arbori a fost relativ bună (între 69 şi 99%). Variabilitatea înălţimii şi a diametrului puieţilor la speciile studiate scade cu înaintarea lor în vârstă.

3. Puieţii speciilor de arbori s-au caracterizat prin viteză de creştere diferită. Salcâmul a avut o creştere foarte rapidă în înălţime, iar pinul negru o creştere lentă.

4. Speciile de arbuşti se caracterizează printr-o prindere de diferit nivel. Puieţii de cătina albă şi lemn-câinesc au asigurat o prindere bună (88–96%). O prindere scăzută au realizat sălcioara şi scumpia (38–49%).

5. Speciile de arbuşti se caracterizează printr-un ritm de creştere diferit determinat genetic. După ritmul de creştere în înălţime speciile de arbuşti se distribuie în ordinea: sălcioara specie cu creştere foarte rapidă, scumpia şi cătina albă – cu creştere rapidă, lemnul-câinesc – cu creştere moderată.

CONCLUZII GENERALE

Ecosistemul cercetat face parte din grupul ecosistemelor petrofite, dar cu impact antropic pronunțat, determinat de activitatea de extragere a substanțelor minerale utile.

1. Inițierea procesului de restabilire a biodiversităţii vegetale pe suprafața haldelor de steril este asigurată de materialul pământos de la suprafață haldei, alcătuit din straturi de roci neconsolidate şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos dispune de potențialul necesar și în calitate de biotop asigură inițierea procesului de apariție a biodiversității și formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A.
2. Cercetările au demonstrat dependența procesului de restabilire a biodiversităţii pe suprafața haldelor de steril de diferită vârstă. Spectrul taxonomic al florei vasculare din cariera „Lafarge Ciment" pune în evidenţă prezenţa a 125 specii din 108 genuri, grupate în 42 familii. Diversitatea faunistică este reprezentată de 41 specii de insecte, 1 specie de amfibieni, 2 specii de reptile, 12 specii de păsări și 6 specii de mamifere. Pe teritoriul carierei au fost identificate speciile rare incluse în CR a RM: *Vitis sylvestris* C.C. Gmel. (viţă-de-pădure) și *Zerynthia polyxena* Den. & Schiff. (fluturele diurn polixena).
3. Procesul de acumulare a nutrienților (N_{total}, P_2O_5, K_2O) și de formare a humusului are loc în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril (stratul de sol 0–20 cm). Cel mai înalt grad de acumulare a nutrienților și a humusului este determinat pentru halda de 25 ani. Acest fapt este asigurat de procesul biogeochimic.
4. A fost stabilită *Legitatea* privind procesul de formare a solului pe suprafața haldelor de steril. *Legitatea* demonstrează, că gradul de formare a regosolurilor reprezintă un proces de evoluare a solului dependent de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața haldelor, conținutul de nutrienți și de humusul format în regosol, asigurat de masa speciilor dezvoltate pe suprafața haldelor de steril, în rezultatul procesului biogeochimic (fitocenotic). Toate etapele de restructurare au loc simultan și asigură restabilirea naturală a ecosistemului petrofit pe suprafața haldelor de steril.
5. Recultivarea experimentală silvică pe halda de steril a demonstrat că, prinderea puieţilor speciilor de arbori a fost relativ bună (între 69 şi 99%), iar speciile de arbuşti se caracterizează printr-o prindere bună (între 49 și 96%).
6. Supraviețuirea speciilor de arbori variază între 56 – 99%, iar a speciilor de arbuști între 35 - 91%. După trei ani de la plantare, supravieţuirea înaltă au asigurat salcâmul (98,9%), ulmul de munte (97,5%) şi glădiţa (92,8%), iar la speciile de arbuști cătina albă (90,9%) și lemnul câinesc (83,3%).

RECOMANDĂRI PRACTICE

În urma cercetării particularităţilor restabilirii ecosistemului petrofit (pe exemplul: carierei de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., propunem:

1. Recultivarea terenurilor din cadrul carierei de calcar, concomitent cu redarea lor în circuitul economic, se poate realiza, în majoritatea cazurilor prin împădurire, asociată cu unele lucrări ajutătoare de consolidare şi amenajare.
2. Rezultatele obținute experimental, au demonstrat, că metoda de recultivare silvică poate fi utilizată cu succes în restabilirea accelerată (3 ani) a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.
3. Pentru recultivarea silvică a haldelor de steril din carierele de calcar propunem următoarele specii: salcâmul, care este o specie nepretenţioasă faţă de troficitatea solului, azotfixatoare, cu o viabilitate ridicată şi creştere rapidă pe materialul pământos a haldei, sălcioara, cătina albă, care sunt specii cu creştere foarte rapide, viabile, cu proprietăţi de ameliorare a conținutului de azot în sol.
4. În vederea asigurării unui grad înalt de prindere şi supravieţuire a puieţilor de arbori și arbuști este necesară întreţinerea corespunzătoare a culturilor forestiere. Pentru asigurarea creșterii și dezvoltării favorabile a arborilor și arbuștilor, se recomandă efectuarea a trei prășile în primul an şi câte două în următorii doi ani în cazul culturilor tuturor speciilor luate în studiu.
5. Pentru asigurarea stabilității ecosistemului carierei, este necesară extinderea zonei umede prin mărirea suprafeței și capacității de acumulare a apei, ceea ce va contribui la dezvoltarea și sporirea biodiversității.

BIBLIOGRAFIE

1. Acțiunea NAMA privind împădurirea terenurilor degradate, zonelor riverane și perdelelor de protecție în Republica Moldova. Chișinău. 2016. 86 p.
2. Amenajamentul Ocolului Silvic Cinişeuţi. Întreprinderea pentru Silvicultură Șoldăneşti. Institutul de Cercetări şi Amenajări Silvice. 2007. 260 p.
3. ANGHEL, T., SURDEANU, V. *Reintegrarea funcţională a sistemelor geomorfologice degradate ca urmare a exploatării cărbunilor. Studiu de caz: halda de la Valea Mănăstirii – Bazinul Minier Motru.* In: Revista de geomorfologie, vol. 9, 2007. pp. 61–72.
4. Anuarul IES – 2017 *„*Protecţia mediului în Republica Moldova" Ed. Pontos, Chișinău, 2018. 392 p. ISBN 978-9975-51-928-1.
5. Atlas geografic școlar, Chișinău, 2005. 116 p.
6. Atlas. Geografia fizică. Republica Moldova. Ed. Iulian, Chişinău, 2002. 44 p.
7. BAICAN G., BOLDOR, C., IANC, I. *Reabilitarea haldelor de steril rezultate în urma extragerii lignitului în carierele din bazinul minier al Olteniei.* Al IV-lea Cong. Mond de Mediu Minier 25–30 iunie 2001, Băile Felix, România.
8. BALAZSI, K. *Strategii de reabilitare a reliefului antropic generat de exploatările miniere. Studiu de caz: Bazinul minier Baraolt:* rezumat tz. de doct. Cluj–Nnapoca, 2012. 41 p.
9. BĂDESCU, Gh. *Ameliorarea terenurilor erodate. Corectarea torenților. Combaterea avalanşelor.* Ed. Ceres, București, 1971. 442 p.
10. BECHERIȚIU, M. *Posibilități de cultivare a viței de vie pe haldele de steril, cu privire specială asupra producției și calității:* tz. de doct. USAMV București, 2003. 147 p.
11. BENEDEK, A. Expertiza și monitoringul faunei. 2015. 52 p.
12. BLADA, I., et al. Plantaţia experimentală cu Pinus cembra şi P. mugo de pe Halda Dumitrelul din Munţii Călimani. In: *Revista de Silvicultură şi Cinegetică*. Nr. 32, Ed. Silvică. Brașov, 2013. pp. 110–116. ISSN 1583–2112.
13. BLAGA, Gh. *Cercetări pentru redarea în folosinţa agricolă a terenurilor degradate de exploatări miniere în zona Căpuş – Aghireş:* tz. de doct. Inst. Agronomic Timiş., 1981. 224 p.
14. BOBOC, N. Probleme de regionare fizico-geografică a teritoriului Republicii Moldova. In: *Buletinul Academiei de Științei a Moldovei. Științe ale vieții.* Ch., 2009, nr. 1, pp. 161–169.
15. BRAIA M. *Cercetări socio-economice privind valorificarea în pomicultură a haldelor de steril de la Rovinari–Gorj:* tz. de doct. USAMV Bucureşti, 2004. 143 p.
16. BULIMAGA, C., BURGHELEA, A., **CERTAN, C.** Studiul cuverturii de sol a zonei de calcar pentru fabricarea cimentului la uzina „Lafarge Ciment"(Moldova) S.A. In: *Culegere de materiale „Problemele ecologice și geografice în contextual dezvoltării durabile a Republicii Moldova:*

realizărişi perspective". Conf. șt. intern., 14–15 septembrie 2016, Chișinău, Republica Moldova. Iași: Vasiliana′98. pp. 393–398, ISBN 978-9975-9611-3-4.

17. BULIMAGA, C., **CERTAN, C.,** BURGHELEA, A. Evaluarea conținutului nutrienților în orizonturile solului nou-format de pe suprafața haldelor de steril în procesul de restabilire naturală a ecosistemului petrofit din cariera de calcar „Lafarge Ciment". In: *Starea actuală a componentelor de mediu.* Chișinău, 2019. pp. 195–200. ISBN 978-9975-3155-9-3.
18. BULIMAGA, C., **CERTAN, C.,** BURGHELEA, A., et al. Legități și dependențe stabilite în procesul de restabilire naturală a ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment". In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii.* 1 (337) 2019. pp.171–180. ISSN 1857-064X.
19. BULIMAGA, C., **CERTAN, C.,** et al. Evaluarea impactului carierei de calcar a uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. asupra biosferei. In: *Revista Noosfera*. Nr. 18, 2017. pp. 50–64. ISSN 1857-3517.
20. BULIMAGA, C., DERJANSCHII, V., JURMINSCHII, S., **CERTAN, C.,** et al. Starea faunei în zona de calcar a fabricii „Lafarge Ciment" din or. Rezina, Republica Moldova. In: *Buletinul Ştiinţific. Revista de Etnografie. Ştiinţele Naturii şi Muzeologice (Serie Nouă).* Nr. 26(39), 2017. pp. 32–38. ISSN 1857-0054.
21. Bunurile și serviciile ecosistemelor. Septembrie 2009. 4 p. Disponibil: http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_RO.pdf (accesat 16.10.2018)
22. BUTA, C. *Cercetări privind ameliorarea terenurilor afectate de eroziunea de suprafață din jud. Cluj:* rezumat, tz. de doct. Cluj–Napoca, 2015. 25 p.
23. Cadastrul funciar al Republicii Moldova la 1 ianuarie 2001, Chișinău, 2001. 56 p.
24. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ed. a 3-a. Ch.: Î.E.P. Ştiinţa, 2015. 492 p. ISBN 978-9975-67-998-5.
25. CĂLINOIU, M. *Cercetări privind recultivarea terenurilor degradate datorită exploatărilor miniere la zi:* tz. de doct. ASAS Bucureşti. 1999. 140 p.
26. CĂRĂBIŞ, A. *Reconstrucţia ecologică a haldelor de steril:* rezumat, tz. de doct. USAMV Bucureşti, 2013. 5 p.
27. CERBARI, V. *Sistemul de clasificare și bonitare a solurilor Republicii Moldova pentru elaborarea studiilor pedologice.* Ch.: Pontos, 2001. 103 p. ISBN 9975-938-62-0.
28. **CERTAN, C.** Analiza bioecologică a florei vasculare din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova S.A.) or. Rezina şi a raioanelor limitrofe. In: *Culegere de materiale „Problemele ecologice și geografice în contextual dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizărişi perspective".*

Conf. șt. intern., 14–15 septembrie 2016, Chișinău, Republica Moldova. Iași: Vasiliana′98. pp. 407–411. ISBN 978-9975-9611-3-4.

29. **CERTAN, C.,** BULIMAGA, C., BURGHELEA, A. Evaluarea unor componenți chimici în solul de pe suprafața haldelor de steril cu diverse vârste amplasate în cariera uzinei „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. In: *Mater. conf. șt. a drz. (cu participare internațională). Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători.* Ed. a VII-a, vol. I. Chișinău, 15 iunie 2018, Tipografia Biotehdesign. pp. 147–153. ISBN 978-9975-108-45-4.
30. **CERTAN, C.,** BULIMAGA, C., GRABCO, N. Impactul carierei de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova S. A.) asupra biodiversității. In: *Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători. Mater. conf. șt. a drz. Ed. a V-a.* Chișinău, 2016. pp. 155–158.
31. **CERTAN, C.,** BULIMAGA, C., GRABCO, N. Studiul ecosistemului acvatic din cariera de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. In: *Mater. conf. șt. a drz.* Ed. a VIII-a, vol. I. Chișinău, 10 iunie 2019. Ch., 2019. pp. 73–75. ISBN 978-9975-108-65-2.
32. **CERTAN, C.,** BULIMAGA, C., GRABCO, N. Studiul privind procesul de restabilire a ecosistemului degradat din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. or. Rezina. In: *Mater. conf. șt. a drz. Ed. a VI-a,* Vol. 1. Chișinău, 15 iunie, 2017, Tipografia, Biotehdesign. pp. 187–191. ISBN 978-9975-108-16-4.
33. **CERTAN, C.** Etapele procesului de restructurare a ecosistemului petrofit pe 33suprafața haldelor de steril din cariera „Lafarge Ciment". In: *Akademos.* Științe biologice Nr. 2 (53) 2019. pp. 41–47. ISSN 1857-0461.
34. **CERTAN, C.,** et al. Evaluarea biodiversității amplasamentului carierei de calcar a S.A. „Lafarge Moldova" la etapa de exploatare. În: *Mediul Ambiant.* nr. 4(82), 2015. pp. 21–29.
35. **CERTAN, C.,** et al. Evaluarea stării ecologice şi a biodiversităţii zonei de referinţă a carierei de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova S.A. până la exploatare) În: *Mediul Ambiant*. Nr. 3 (81), 2015. pp. 26–32.
36. CHISĂLIŢĂ, I. *Cercetări privind stabilizarea haldelor de steril de la Moldova Nouă cu ajutorul vegetaţiei forestiere şi influenţa acesteia asupra mediului:* tz. de doct. Universitatea „Transilvania" din Braşov, 2001.
37. CIOCÂRLAN, V. *Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta.* Bucureşti: Ed. a II Ceres, 2000, 1141 p.
38. CIORTUZ I., PĂCURAR V. *Ameliorații silvice.* Ed. Lux Libris, Brașov, 2004. 180 p.
39. CIPRIAN, V. *Comportarea arboretelor de pin negru și pin silvestru pe terenurile degradate în Subcarpații Buzăului*: rezumat, tz. de doct. Brașov, 2016. 87 p.
40. CLAPA, D. *Cercetări privind protosolurile antropice din Transilvania:* tz. de doct. USAMV,

Cluj–Napoca. 2003.

41. CLINOVSCHI, F. *Dendrologie.* Ed. Universității Suceava. 2005. 299 p. ISBN 973-666-157-1.
42. CONSTANDACHE, C., NISTOR, S., IVAN, V. Împădurirea terenurilor degradate ineficiente pentru agricultura din sud-estul ţării. In: *Analele ICAS 49*: 2006. pp. 187–204.
43. CRISTEA, V. *Fitocenologie şi vegetaţia României. Îndrumător de lucrări practice.* Cluj–Napoca, 1991. 149 p.
44. CRISTEA, V. *Fitosociologie şi vegetaţia României*. UBB Cluj, 1993. 314 p.
45. CRISTEA, V., et al. Reconstrucţia ecologică a haldelor de steril minier. Dezvoltarea vegetaţiei spontane. In: *Contribuţii botanice.* Univ. din Cluj-Napoca, Grădina botanică: 1990. pp. 33–38.
46. CRISTEA, V., GAFTA, D., PEDROTTI, F. *Fitosociologie.* Ed. Presa universitară Clujeană, Cluj–Napoca, 2004. 394 p.
47. CUZA, P. Creșterea în diametru a descendenţilor stejarului pedunculat (*Quercus robur* L.). In: *Mediul ambiant.* 2006, Nr. 3 (27), pp. 14–18.
48. CUZA, P. Determinarea termotoleranţei frunzelor la diferite specii de stejar răspândite în Republica Moldova. In: *Mediul ambiant.* 2010, nr. 4(52). pp. 32–48.
49. CUZA, P. *Ghid de elaborare a proiectului de cercetare la disciplina „Împăduriri”.* Chişinău, 2017. 82 p. ISBN 978-9975-71-960-5.
50. CUZA, P. Instalarea și menținerea speciilor de stejar (aspecte teoretice și practice) Chișinău, 2017. 256 p. ISBN 978-9975-53-806-0.
51. CUZA, P. Sugestii privind conservarea diversităţii biologice a pădurilor din Republica Moldova. In: *Analele ştiinţifice ale Universităţii de Stat din Moldova. Seria „ştiinţe chimico-biologice”.* Chişinău, 2001. pp. 181–186.
52. CUZA, P., URSU, A., TÎCU, L. Principiile ecopedologice a reconstrucției arboretelor din rezervația „Plaiul Fagului”. In: *Factori și procese pedogenetice din zona temperată*. Iași, 2005, vol. 4, pp. 179–184.
53. CUZA, P., TÎCU, L. Starea pădurii și reconstrucția ecologică a arboreturilor degradate. In: *Natura rezervației „Plaiul Fagului”.* Chișinău: Rădenii-Vechi: Universul, 2005. pp. 397–424.
54. DASCALIUC, Al., CUZA, P. Determinarea termotoleranţei la gorun şi stejarul pedunculat cu ajutorul metodei de scurgere a electroliţilor. In: *Mediul ambiant.* nr. 6(36), 2007. pp. 27–31.
55. DEDIU, I. *Enciclopedie de ecologie*. Chișinău: Știința, 2010. 836 p.
56. DEDIU, I. *Tratat de ecologie teoretică*. Ed. Phoenix SRL, Chișinău 2007. 557 p. ISBN 978-9975-9759-3-3.
57. DINCĂ, L. Cercetări privind reconstrucţia ecologică a terenurilor acoperite de halde de steril. ICAS, In: Referat şt. 2002. 87 p.

58. DINCĂ, L., et al. *Reconstrucția haldelor de steril prin utilizarea de specii cu potențial energetic. Lucrări de cercetare*. Seria a II-a. București: Ed: Silvică, 2011. 179 p. ISBN 978-606-8020-19-8. Disponibil: http://www.icasbv.ro/wp-content/uploads/2012/06/rezultate22.pdf. (accesat 22.03.2018)
59. DINUCĂ, N. *Cercetări privind fundamentarea științifică a reconstrucției ecologice a haldelor de steril rezultate prin exploatări miniere de suprafață din bazinul mijlociu al Jiltului și Motrului:* tz. de doct., Univ. din Craiova, Facultatea de Agricultură. Brașov, 2015. 150 p.
60. DÎRJA, M. *Ameliorații silvice. Ghid pentru întocmirea proiectului.* Ed: Todesco, Cluj, 2007.
61. DONIŢĂ, N., BORLEA, F., TURCU, D. *Cultura pădurilor.* Timiş: Ed. Eurobit, 2006. 368 p.
62. DORNEANU, A., et al. Realizarea instalației pilot de producție a îngrășămintelor organo-minerale pe suport de lignit la SNLO Târgu Jiu, factor important în promovarea unei fertilizări echilibrate a culturilor agricole. In: *Reabilitarea terenurilor ocupate și afectate de activitatea de extracție a lignitului din bazinele miniere ale Olteniei,* simp. intern. Târgu Jiu, 2002. pp. 52–60.
63. DUMA, S. *Studiul geoecologic al exploatărilor miniere din zona sudică a Munţilor Apuseni, Munţilor Poiana Ruscă şi Munţilor Sebeşului.* Ed. Dacia, Cluj–Napoca, 1998. 380 p.
64. DUMITRU, M. *Reconstrucţie ecologică. Elemente tehnologice, metode şi practici de recultivare şi depoluare.* Ed. EUROBIT, Timişoara, 2005. 249 p.
65. DUMITRU, M., et al. Structura culturilor și sistemul de fertilizare a haldelor de steril rezultate din exploatarea la zi a lignitului în bazinul carbonifer Rovinari. In: *Reabilitarea terenurilor ocupate și afectate de activitatea de extracție a lignitului din bazinele miniere ale Olteniei,* simp. șt. intern. Târgu Jiu. 2002. pp. 113–118.
66. DUMITRU, M., POPESCU, I., BLAGA, Gh. *Recultivarea terenurilor degradate de exploatările miniere din bazinul carbonifer Oltenia.* Ed. Transilvania Press, Cluj–Napoca, 1999. 298 p.
67. Energii regenerabile în agricultură. Publicația Tematică Nr. 10, an II. 40 p.
68. ENESCU, V., CHERECHEȘ, D., BÂNDIU, C. *Conservarea biodiversității și a resurselor genetice forestiere.* Redacția resurselor agricole. București, 1997. 450 p.
69. Eroziunea solului: Esenţa, consecinţele, minimalizarea şi stabilizarea procesului. Chişinău Pontos, 2004. 476 p. ISBN: 9975-926-73-8.
70. FODOR, D. *Exploatarea zăcămintelor de minerale şi roci utile prin lucrări la zi.* Vol. I, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1995. 695 p.
71. FODOR, D. *Exploatarea zăcămintelor de minerale şi roci utile prin lucrări la zi.* Vol. II, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1996. 597 p.
72. FODOR, D. Influenţa industriei miniere asupra mediului Buletinul AGIR nr. 3/2006. pp. 2–13.
73. FODOR, D., BAICAN, G. *Impactul industriei miniere asupra mediului.* Ed. Infomin, Deva, 2001. 392 p.

74. FODOR, D., LAZĂR, M. Ocuparea şi reabilitarea ecologică a terenurilor în zona Olteniei. In: *Buletinul AGIR.* Nr. 3, 2006. pp. 27–31.
75. Fondul național de date geospațiale, Î.S. IPOT, Î.S. Cadastru, OSM.
76. Ghid tehnic privind împădurirea terenurilor degradate Chişinău, Agenţia „Moldsilva”., Institutul de Cercetări şi Amenajări Silvice. 2015, 81 p.
77. GIURGIU, V. *Conservarea pădurilor.* Bucureşti. Ed. Ceres, 1978. 308 p.
78. GIURGIU,V. *Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură.* București. Ed. Ceres, 1972. 565 p.
79. GRĂDINARU, G. Conceptul „servicii de ecosistem” – abordare economică. Academia de Studii Economice, Bucureşti. In: *Revista Română de Statistică.* Nr. 8, București, 2012. pp. 49–62.
80. HARALAMB, A. *Cultura speciilor forestiere.* Ed. Agro-Silvica București, 1967. 755 p.
81. Harta arboretelor Ocolului Silvic Cinişeuţi. Întreprinderea pentru Silvicultură Șoldăneşti. Institutul de Cercetări şi Amenajări Silvice, 2007.
82. Harta fizico-geografică. Republica Moldova, București, 1994.
83. IANC, I. *Evoluţia solului din bazinul carbonifer Rovinari în urma decopertării, reamenajării şi recultivării cu pomi şi viţă de vie:* tz. de doct. ASAS, Bucureşti, 1999. 152 p.
84. IGNA, L., et al. Aplicaţii GPS şi Surpac Vision în modelarea lucrărilor miniere la zi – studiu de caz – halda Comarnic-Poieni lucrările celui de-al IX – lea Simp. şt. naţ. Studenţesc „Geoecologia” Petroşani, 2008. pp. 75–79. ISSN 1842-4430.
85. IONESCU, O., et al. *Ghid sintetic de monitorizare pentru speciile de mamifere de interes comunitar din România*. Editura: Silvică, 2013. 237 p. ISBN 978-606-8020-37–2.
86. KIRALY, M. *Strategii de reabilitare a reliefului antropic generat de activităţile miniere studiu de caz: zona metropolitană Deva-Hunedoara:* rezumat, tz. de doct. Cluj–Napoca, 2014. 46 p.
87. KISS, Ş., DRAGAN–BULARDA, M., PAŞCA, D. *Enzimologia mediului înconjurător. Enzimologia solurilor tehnogene.* Vol. II. Ed. CERES, Bucureşti, 1993. 93 p.
88. LAZAR, M. *Cercetări privind stabilitatea şi reconstrucţia ecologică a terenurilor afectate de minerit:* tz. de abilitare. Universitatea din Petroșani. 2016. 140 p.
89. LAZAR, M. *Reabilitarea terenurilor degradate.* Ed. Universitas. Petroşani, 2010. 393 p. ISBN 978-973-741-161-7.
90. LAZĂR, M., DUMITRESCU, I. *Impactul antropic asupra mediului.* Ed. Univ., Petroşani, 2006.
91. LĂCĂTUȘU, R. *Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri.* București, 2008. 154 p.
92. MALSCHI, D. *Tehnologii avansate de reconstrucţie ecologică şi bioremediere a terenurilor degradate. Note de curs.* Cluj–Napoca, 2013. 95 p.

93. MALSCHI, D. *Biotehnologii și depoluarea sistemelor ecologice (Tehnologii de depoluare biologice. Tehnologii de bioremediere. Reconstrucție ecologică).* Universitatea Babeș–Bolyai. Ed. Bioflux, Cluj–Napoca, 2014. 190 p. ISBN 978-606-8191-71-3.
94. MARUȘCA, T., et al. Aspecte privind renaturarea prin înierbare a taluzelor haldelor expuse eroziunii pluviale și eoliene. In: *Reabilitarea terenurilor ocupate și afectate de activitatea de extracție a lignitului din bazinele miniere ale Oltenie.* Simp. șt. Intern. Târgu Jiu, 2002.
95. MĂRĂCINEANU, F., et al. Soluţii pentru reconstrucţia zonelor degradate prin activităţi miniere şi energetice din valea Jiului. In: *Analele Universității „Ovidius" Constanța*. Vol. 1, Nr. 2, mai 2000. p. 111–113. ISSN-12223-7221.
96. Metodologia valorificării superioare a solului în noile condiţii de gospodărire a terenurilor agricole. Ed. Ruxanda, Chişinău, 1999. 160 p. ISBN 9975-72-033-1.
97. MIHAILESCU, C., et al. Considerații privind evaluarea resurselor de substanțe minerale utile ale Republicii Moldova. In: *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova*. *Seria Științe chimico-biologice.* CEP al USM. Chișinău, 2006. pp. 377–383.
98. MIHAILESCU, C., et al. *Resursele naturale.* Vol. 1. Colecția Mediul geografic al Republicii Moldova. Știința, 2006. (Vol. 1). 184 p. ISBN 978-9975-67-600-7.
99. MILITARU, Șt., et al. *Reevaluarea economică a zăcământului de bauxită Comarnic – Poieni în vederea evaluării impactului rezultat asupra mediului în urma exploatării lui:* simp. șt. st. naț. „Geoecologia". Petroşani, 2006. pp.163–168. ISSN 1842 – 4430.
100. MOCANU, R., et al. Reconstrucția ecologică a haldelor de steril de la Husnicioara Mehedinți. Ed. SITECH, Craiova, 2007.
101. MODOI, O. *Managementul integrat al deşeurilor rezultate din valorificarea minereurilor asociate provinciei metalogenetice Baia Mare:* rezumat, tz. de doct. Universitatea Babeş – Bolyai facultatea de ştiinţa mediului Cluj–Napoca, 2010. 28 p.
102. Monitoringul stării de calitate a solurilor din România – Institutul de cercetări pentru pedologie și agrochimie. Bucureşti, 2000. 82 p.
103. MUNTEANU, A. Vulnerabilitatea şi gradul de adaptare a lumii animale la noile condiţii de climă. In: *Akademos*. nr. 4 (8), 2007. pp. 57–61.
104. MUNTEANU, A., et al. *Atlasul păsărilor clocitoare din Republica Moldova.* Ch., 2010. 100 p.
105. MUNTEANU, A., et al. *Atlasul speciilor de vertebrate (mamifere, reptile, amfibieni, peşti).* Chişinău, 2013. 100 p.
106. NASTEA, St., et al. Elemente tehnologice privind recultivarea tehnico - minieră a terenurilor degradate prin exploatări miniere la zi. În: *Știința solului*. Nr. 2. 1987. p. 53–62.
107. NEDEALCOV, M., et al. *Atlasul „Resursele climatice ale Republicii Moldova".* Ed. „Știința",

Chișinău, 2013. 76 p. ISBN 978-9975-67-894-0.

108. NEDEALCOV, M., et al. *Factorii meteo-climatici de risc asociaţi schimbărilor climatice pe teritoriul Republicii Moldova.* Chișinău, 2018. 144 p. ISBN 978-9975-9611-6-5.
109. NEGRU, A. *Determinator de plante din flora Republicii Moldova.* Ch.: Universul, 2007. 391 p.
110. NEGULESCU, E., STĂNESCU, V. *Dendrologia, cultura şi protecţia pădurilor.* Bucureşti: Ed. Didactică şi Pedagogică, Vol. I. 1964, 500 p.
111. Norme tehnice privind recepţia tehnică şi controlul anual al lucrărilor de regenerare, împădurire şi creşterea materialului forestier de reproducere. Institutul de Cercetări şi Amenajări Silvice. Chişinău, 2011. 28 p.
112. ONICA, I. *Impactul exploatărilor de substanţe minerale utile asupra mediului.* Ed. Universitas, Petroşani, 2001. 237 p.
113. OPREA, V. *Reconstrucţia ecologică a terenurilor degradate din zona colinară a Transilvaniei prin cultura arbuştilor silvoamelioratori:* tz. de doct. USAMV, Cluj, 2010.
114. OROS, V. *Reabilitare ecologică a siturilor degradate industrial*. Ed. Univ. Transilvania Braşov. cap. IV. Recultivarea biologică a terenurilor degradate 2002. pp. 134–153.
115. PALANCEAN, Al., COMANICI, I. *Dendrologie*. Ch., 2009. 519 p. ISBN 978-9975-78-727-7.
116. PETRESCU, I., CHINTĂUAN, I., PĂTRUŢOIU, I., et al. *Geologia mediului – principii şi realităţi:* st. cerc. șt. nat., nr. 3. Bistriţa, 1997. pp. 11–20.
117. PÎNZARU, P., SÎRBU, T. *Flora vasculară din Republica Moldova. (Lista speciilor şi ecologia).* Tipografia UST. Chișinău, 2016. 261 p.
118. POP, A. *Cercetări privind reconstrucția ecologică prin împădurirea terenurilor degradate din zona Dej–Gherla:* rezumat, tz. de doct. Cluj–Napoca 2012. 47 p.
119. POPA, R. G., CĂLINOIU, M. Studiu privind avantajele redării în circuitul economic a solurilor degradate fizic, comparativ cu refacerea ecologică, în contextul sustenabilității jud. Gorj. In: *Analele Universităţii „Constantin Brâncuşi”. Seria Inginerie.* Târgu Jiu, Nr. 1/2012. pp. 88–98.
120. POSTOLACHE, Gh. *Vegetaţia Republicii Moldova.* Chişinău, Ed. Ştiinţa, 1995. 340 p. ISBN 5-376-01923-3.
121. POSTOLACHE, Gh., Lazu, Șt. *Ariile Naturale Protejate din Moldova. Rezervații silvice*. Vol. 3. Ed. Știința. 2018. 211 p. ISBN 978-9975-85-151-0.
122. Raport la studiul de evaluare a impactului asupra mediului pentru obiectivul amenajare lac de agrement prin exploatare agregate minerale, amplasare Barăci, Bonţida, jud. Cluj, 2014. 57 p.
123. Raport privind starea sectorului forestier din Republica Moldova: perioada 2006–2010. Agenția „Moldsilva”. Chișinău: Agenția „Moldsilva”, 2011. 48 p.
124. ROȘCULETE, C. A. *Folosirea unor fertilizanți organici de tipul composturilor în reconstrucția*

ecologică a haldelor de steril: tz. de doct. Universitatea din Craiova, 2005.

125. SANDU, M., LOZAN, R., TĂRÎȚĂ, A. Metode și instrucțiuni privind controlul calității apelor. Chișinău: „Ericon" SRL, 2010. 173 p.
126. SĂLĂGEAN, T. *Cercetări privind răspândirea, geneza şi evoluţia entiantrosolurilor (protosolurilor antropice) provenite de la exploatările miniere de suprafaţă din nord vestul Transilvaniei:* rezumat, tz. de doct. Cluj–Napoca, 2012. 14 p.
127. SEVASTEL, M. *Curs de Combaterea eroziunii solului.* Ed. Bren, Bucuresti, 2014. 176 p. ISBN 978-606-610-078-6.
128. SEVASTEL, M. *Formarea, evoluţia şi strategia de amenajare a ravenelor.* Ed. Bren, Bucureşti, 2002, 210 p. ISBN 973-648-017-8.
129. SM SR ISO 7890-3 Calitatea apei. Determinarea conţinutului de azotaţi. Partea 3: Metoda spectrometrică cu acid sulfosalicilic.
130. SM SR ISO 8288:2006 Calitatea apei. Determinarea conţinutului de cobalt, nichel, cupru, zinc, cadmiu şi plumb. Metoda prin spectrometrie de absorbţie atomică în flacără.
131. SPÂRCHEZ, Gh., et al. Cercetări privind reconstrucția ecologică a haldelor de steril rezultate din exploatări miniere de suprafață din nord-vestul Podișului Getic. In: *Revista pădurilor*. Nr. 2, 2009. pp. 23–30. ISSN: 1583-7890. Varianta on-line: ISSN 2067-1962.
132. Starea mediului în Republica Moldova în 2007–2010 (Raport Național). Caracterizarea generală a mediului natural. Chișinău: Nova–Imprim SRL, 2011. 192 p.
133. Strategia de dezvoltare integrată a raionului Rezina, 2013–2020. 305 p.
134. Strategia naţională şi Planul de acţiune în domeniul conservării diversităţii biologice. Ch.: Ştiinţa, 2001. 108 p.
135. Strategia privind diversitatea biologică a Republicii Moldova pentru anii 2015–2020. 2015. 64 p.
136. Strategia UE în domeniul biodiversității pentru 2020. Decembrie 2011. 6 p. ISBN 978-92-79-20757-0. Disponibil: http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_RO.pdf, (accesat 27.06.2017).
137. ȘOFLETEA, N., CURTU, L. *Dendrologie*. Ed. Universității Transilvania, Brașov, 2007. 540 p.
138. TÂRZIU, D. *Pedologie și staţiuni forestiere.* Ed. Silvodel, Brașov, 2006. 394 p.
139. TRACI, C. *Împădurirea terenurilor degradate.* Ed. CERES, Bucureşti, 1985. 282 p.
140. TRACI, C., COSTIN, E. *Terenurile degradate şi valorificarea lor pe cale forestieră.* Ed. Agrosilvică, Bucureşti, 1966. 274 p.
141. UNTARU, E. Contribuții la prevenirea și fixarea alunecărilor de teren prin mijloace silvotehnice. In: *Revista pădurilor*. 1974, nr. 2, pp. 12–19.

142. URSU, A., CUZA, P. Cota pădurilor în ecosistemele naturale ale Republicii Moldova. In: *Mediul Ambiant*. Chișinău, Nr. 2(74), 2014, pp. 15–18.
143. URSU, A. *Raioanele pedogeografice și particularitățile regionale de utilizare și protejare a solurilor*. Ch.: Tipogr. Acad. de șt., 2006. 232 p. ISBN 978-9975-62-035-2.
144. URSU, A. *Solurile Moldovei.* Chișinău: Î.E.P. Știința, 2011. 324 p. ISBN 978-9975-67-647-2.
145. URSU, A., OVERCENCO, A., MARCOV I. *Stopați creșterea râpilor.* Chișinău, 2001.
146. VLASIN, H. D. *Tehnologiile optime de ameliorare silvică a terenurilor degradate din partea de nord a câmpiei Transilvaniei:* rezumat, tz. de doct. Cluj-Napoca, 2012. 12 p.
147. http://www.apelemoldovei.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=138 (accesat 9.10.2017).
148. http://geoportal.md/ro/default/map#lat=293968.067809&lon=242326.160164&zoom=5 (accesat 8.11.2017).
149. www.cim.mediu.gov.md (accesat 20.11.2017).
150. http://cis01.central.ucv.ro/agricultura/ghid_practica_agricola.pdf (accesat 21.11.2018).
151. http://www.horticultura-bucuresti.ro/images/pdf/Pedologia.pdf (accesat 16.01.2019).
152. AKALA, V., LAL, R. Mineland reclamation and soil organic carbon sequestration in Ohio. ASSMR Proceedings 16th Annual National Meeting *„Mining and reclamation for the next millennium"* Scottsdale, Arizona, 1999. pp. 322–328.
153. AKPINAR, N., KARA D., ÜNAL, E. Post surface mining land use planning. Turkey XIII. Mining Congress, 10–14 May 1993, Istanbul: Chamber of Mining Engineers of Turkey, 1993. pp. 23–27.
154. ANGEL, P. A soil analysis of the strip mine spoil bank at Fairfields, „Texas". Thesis for the Degree of master of Science in Forestry, Austin State University, SUA. 1973. 97 p.
155. ANGHEL, T., BALAZSI, K. Modelling Processes On Spoil Heaps. In: *Revista de Geomorfologie*, vol. 7, Ed. Universităţii din București, București, 2005. pp. 133−140. ISSUE Online 2018-02-06.
156. ARNOLD, N. *Reptiles and Amphibians of Europe (Princeton Field Guides).* Ed. Princeton University Press, 2 edition. 2003. 384 p.
157. BARNEY, O. *The Global 2000 Report to the President.* Entering the Twenty Century, Penguin Books. 1982. 766 p.
158. BERRY, L. *Technologies to sustain tropical forest resources.* Office of Technology Assessment, OTA-F-214. Washington, march 1984. 344 p.
159. BOLLINGER, H. Forest ecologist, personal communication, 1983.
160. BRADSHAW, A., CHADWICK, M. *The Restoration of Land. The Ecology and reclamation of Derelict and Degragaded Land.* Blackwell science publisher, Oxford./ Bradshaw, 1980. 317 p.
161. BURGER, J., TORBERT, J. Restoring forests on surface mining land. In: *Reclamation Guidelines for Surface Mined Land in Southwest Virginia.* Cooperative Extension, Publication No. 460–123.

Blacksburg, VA. 1992. 16 p.

162. CĂRĂBIŞ, A., et al. Recultivation of slag heaps by fertilization with organic fertilizers. Lucrări Ştiinţifice, vol. 56 (2) 2013, seria Agronomie. Ed. „Ion Ionescu de la Brad" Iaşi, pp. 103–108, ISSN 1454–7414.
163. CÂNTAR, I. Forest plantations on the tailing dumps from Moldova Nouă – periurban forest. Volume 19(1), Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. Timisoara, 2015. pp. 216–220. Disponibil: www.journal-hfb.usab-tm.ro.
164. **CERTAN, C.** Researches concerning Forestry Recultivation of Sterile Dumps in the Quarry „Lafarge Ciment" (Moldova), Rezina District, Republic of Moldova. In: *Scientific Annals of the Danube Delta Institut*. Vol. 24.Tulcea (România), 2019.pp. 15-20. ISSN 1842 - 614X. ISSN online 2247 – 9902.
165. **CERTAN, C.,** BULIMAGA, C., GRABCO, N**.** Evaluation of vegetation diversity of the limestone quarry „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A. In: *Scientific Annals of the Danube Delta Institut.* Vol. 23.Tulcea (România), 2018.p. 31-36. ISSN 1842 - 614X. ISSN online 2247 – 9902.
166. DANIELS, W., ZIPPER, C. Improving coal surface mine reclamation in the central Appalachian region. In: J. Cairns, Jr./(ed.), *Rehabilitating Damager Ecosystems,* Lewis Publ., Boca Raton, FL. 1995. pp. 187–217.
167. DAVIS, V., et al. Selecting tree species for reforestation of Appalachian mined land. Forest Reclamation Advisory No. 9 august 2012. pp. 1–8.
168. DUBEY, K. *Socio Economic Impact Study of Mining and Mining Polices on the Livelihoods of Local Population in the Vindhyan Region of Uttar Pradesh*. NITI Aayog, New Delhi, 2017. 152 p.
169. DUMITRU, M., et al. Use of liquid fertilizers based on humates extracted from lignite in waste dumps recultivation. In: *Analele Universităţii din Craiova. Seria Agricultură – Montanologie – Cadastru.* Vol. XLVII, 2017. pp. 295–302.
170. DURKIN, T., HERRMANN, J. Introduction: focusing on the problem of mining wastes. In: *US EPA Managing environmental problem sat inactive and abandoned metals mine sites.* Seminar publication EPA/625/R-95/007. US Environmental Protection Agency, Cincinnati. 1996. 99 p.
171. HERAUSGEGEBEN, von H. Ettl. *Süsswassërflora von Mitteleuropa. Chlorophyta 1 Phytomonadina.* Jena, 1983. 810 p.
172. KELEBERDA, T. Soil formation on spoil heaps under forest vegetation. In: *AGRIS since,* 2012 Volume 10. ISSN: 0038-5832. pp. 504-510.
173. KHAMZINA, A., LAMERS, J., VLEK, P. Nitrogen fixation by *Elaeagnus angustifolia* in the reclamation of degraded croplands of Central Asia. In: *Tree Physiology*, 2009, vol. 29 (6), pp. 799–808.

174. KLOKE, A. Richtwerte'80 Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden, Mitt. VDULFA, H1-3, 1980, pp. 9–11.
175. KUTER, N. Reclamation of degraded landscapes due to open cast mining. In: *Advances in Landscape Architecture*. 2013, pp. 823–856. ISBN: 978-953-51-1167-2. Disponibil: http://dx.doi.org/10.5772/55796
176. LAZĂR, M., et al. Establishing the Optimal type of ecologicalrestoration of degradedlands. Proceeding of the 7th Symposium SESAM 2015, INSEMEX Publishing House, Vol. 1, pp. 234–243. ISSN 1843 – 6226.
177. McHARG, I. *Design with Nature*. Garden City, New York: Natural History Press, 1969. 208 p.
178. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 100 p. ISBN 1-56973-588-3. Disponibil: https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf
179. MULLARNEY, K., et al. *Collins Bird Guide: The Most Complete Guide to the Birds of Britain and Europe.* Second Edition, 2009. 448 p.
180. National Research Council, *Innovations in Tropical Reforestation VI: Casuarina* (Washington, DoC.: National Academy Press, in press.
181. PECHAROVA, E., et al. Function of vegetation in new landscape units after brown coal mining. In: *Internat. Journal of Mining, Reclamation and Environment.* 2011, vol. 25 (4). pp. 367–376.
182. PIETRZYKOWSKI, M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. In: *Ecological Engineering*,vol. 3, 2019. pp. 23–32.
183. PIHA, M., et al. A low input approach to vegetation establishment on mine and coal ash wastes in semi-arid regions. II. Lagooned pulverized fuel ash in Zimbabwe. In: *Journal of Appllied Ecology*. vol. 32, No. 2, 1995. pp. 382–390.
184. PLASS, W., BURTON, J. Pulpwood production potential on strip mined land in the South. In: *Journal of Soil and Water Conservation*. No. 22(6).1967. pp. 235–238.
185. REICHL, C., SCHATZ M., ZSAK G. *World-Mining-Data. Minerals Production*. Vol. 31. Vienna 2016. 248 p.
186. SHANNON, C., WEAVER, W. *The mathematical theory of communication.* Urbana: University of Illinois Press, 1964. 131 p.
187. TOMESCU, I. Tree species behavior on the degraded soils from Rovinari Carboniferous Site. Al VIII-lea Simpozion de Știința Solului, Praga, septembrie, 1984. pp. 112–118.
188. TORBERT, J., BURGER, J., JOHNSON, J. Commercial forestry as a post-mining land use. Virginia Cooperative Extension. In: *Reclamation Guidelines for Surface Mined Land in Southwest*

Virginia. Powell River Project, Publication No. 460–136, 1994. 8 p.

189. TORBERT, J.,et al. Growing Christmas Trees on Surface Mined Land. Virginia Cooperative Extension. In: *Reclamation Guidelines for Surface Mined Land in Southwest Virginia*. Powell River Project, Publication No. 460–116, 1989. 6 p.
190. TORBERT, J., JOHNSON, J. Guidelines for establishing Paulownia tomentosa on reclaimed mine soils. Information for the Virginia Coalfields-Powell River Project Series: Publication 460–118. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute and State University; Virginia Cooperative Extension Service. 1990. 4 p.
191. WERNER, K., EINHORN, W., KRUMMSDORF, A. Technical and biological recultivation and development of exhaustes open cast mines in the German Democratic Republic. GeoJurnal, vol. 8, Reidel Publishing Company. 1984. pp. 75−79.
192. WILSON, H., GWENDOLYN, S. Ammonification and Nitrification in a strip mine spoil. West Virginia University Agricultural Experiment Station, Bulletin 379 T., 1955. 16 p.
193. WOLFF, F., MCKAY, D. (JR.), NORMAN, D. Inactive and abandoned mine lands Adler Mine, Twisp Mining District, Okanogan County, Washington: *Washington Division of geology and Earth resources.* Open File report 2004: pp.1–16.
194. АНДРЕЕВ, В. Н. Растительность Молдавии и ее районирование. В: *сб. науч. конф. проф.-преп. состава, посвященная 10-летию Кишиневского Государственного университета: Тезисы докладов.* Кишинев: 1955. с. 33–36.
195. АРИНУШКИНА, Е. В. *Руководство по химическому анализу почв.* Москва: изд-во МГУ, 1970. 491 с.
196. *Атлас Молдавской ССР.* Академия наук Молдавской ССР. Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1978. 131 с.
197. ВАДЮНИНА, А. Ф., КОРЧАГИНА, З. А. *Физические методы исследования почв и грунтов.* Москва: изд-во МГУ, 1986. 311 с.
198. ВАССЕР, С. *Водоросли*. Справочник. Киев: Наука думка, 1989. 608 с.
199. ВЕРБИН, А. Е., КЕЛЕБЕРДА, Т. Н. *Опыт рекультивации пород разведением лесных культур.* Почвоведение, 1974, Т 2, с. 116–120.
200. ВЕРШИНИН, П. В. *Структура почвы.* Ленинград: Агропромиздат, 1965. 188 с.
201. ВОЛОЩУК, М. Д. *Реконструкция склоновых земель пораженных оврагами*. Кишинев: Cartea Moldovenească, 1986. 265 с.
202. ГЕЙДЕМАН, Т. *Определитель высших растений Молдавской ССР.* Кишинёв: 1986. 638 с.
203. ГЕЙДЕМАН, Т. С. О флоре сосудистых растений известняковых гряд (толтр) Молдавии. Флористические и геоботанические исследования в Молдавии.

Кишинев: Штиинца, 1980, с. 28–36.

204. ГЕЙДЕМАН, Т. С. К вопросу о геоботаническом районировании МССР. Изв. АН МССР, серия биол. и хим. наук. Вып. 3, 1964. с. 33–49.
205. ГОГАТИШВИЛИ, А. Д. Использование отвалов открытых разработок Чиатурского марганцевого месторождения под виноградники. В: Реф. Док. IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме *Растительность и промышленные загрязнения.* УрГУ; УФАН СССР. Свердловск, 1969. с. 80–84.
206. ГОРБУНОВ, И. Ф. Рельеф Молдавии и его количественные характеристики. В кн.: Труды Докучаевской конференции, Кишинев, 1961. с. 119–125.
207. ГОСТ 26107–84. Почвы. Методы определения общего азота.
208. ГОСТ 26205–91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
209. ГОСТ 26423–85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.
210. ГОСТ 26487–85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО.
211. ДЕДУСЕНКО-ЩЕГОЛЕВА, Н., ГОЛЛЕРБАХ, М. *Определитель присноводных водорослей. СССР. Жѐлтозелѐные водоросли.* Москва: Академии Наук, 1962. 272 с.
212. ДЕРЖАНСКИЙ, В. В. Резервации редких видов полужесткокрылых на каменистых склонах известняковых гряд Молдавии. Изв. АН МССР. 1989. 5. с. 38–42.
213. ДОКУЧАЕВ, В. В. *Русский чернозем: Отчет Вольному экономическому обществу*. Санкт-Петербург, 1883. с. 384.
214. ЗАБЕЛИНА, М., КИСЕЛЕВ, И. *Определитель пресноводных водорослей СССР.* Диатомовые водоросли. ч. 4. Москва: Советская наука, 1951. 650 с.
215. ЗАЙЦЕВ, Г. А., МОТОРИНА, Л. В., ДАНЬКО, В. Я. *Лесная рекультивация.* Москва, 1977. 130 с.
216. КАЧИНСКИЙ, Н.А. *Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения.* 1958. 193 с.
217. КЕЛЕБЕРДА, Т. Н. Фитомелиорация техногенных грунтов и инвертазная активность. Почвоведение, № 10. 1976.
218. КИРИЛЮК, В. *Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы.* Ch.: Pontos, 2006. 156 с.
219. КРАВЧУК, Ю., ВЕРИНА, В., СУХОВ, И. *Заповедники и памятники природы Молдавии.* Кишинев: Штиинца, 1976. 242 с.

220. КРАСАВИН, А. Я., ХОРОШАВИН, А. Н., КАТАЕВА И. В. Восстановление нарушенных земель с использованием бактериальных препаратов. Вестн. с.-х. науки. 1988. № 10. с. 64–68.
221. КРАСАВИН, А. Я., ХОРОШАВИН, А. Н., КАТАЕВА И. В. Некоторые особенности микробных ценозов в условиях токсичных пород шахтных отвалов. Растения и промышленная среда. Свердловск, 1982. с. 113–119.
222. КРАСАВИН, А. Я., ХОРОШАВИН, А. Н., КАТАЕВА И. В. Ускоренная рекультивация породных отвалов угольных предприятий с использованием микроорганизмов. Растения и промышленная среда. Свердловск, 1985. с. 124–130.
223. КРИВОРОТОВ, С. Б., КАРПУН, Ю. Н. *Дендрология.* Краснодар: Типография Краснодарского государственного аграрного университета, 2015. 36 с.
224. КУЗА, П. А. Особенности роста генеративного потомства дуба черешчатого в Молдове. В: *Лесоведенье.* 2010, № 1, с. 37–43.
225. ЛУКИНА, Н. В., et al. *Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель.* Екатеринбург, 2015. 356 с.
226. МИНЦ, А. *Экономическая оценка естественных ресурсов.* Москва: Мысль, 1972. 303 с.
227. МОТОРИНА, Л. В., ОВЧИННИКОВ, В. А. *Промышленность и рекультивация земель.* М., 1975. 240 с.
228. МОШКОВА, Н. О. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Улотриксові водорості – Ulotrichales. Кладофорові водорості – Cladophorales.* Киев: Наук. Думка, 1979. 450 с.
229. НУРЕЕВА, Т. В., et al. Особенности роста и формирования культур сосны обыкновенной при рекультивации карьеров. В: *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес.* Экология. 2016, № 1 (29), с. 57–68.
230. ПАК, Л. Н., БОБРИНЁВ, В. П. Приживаемость, сохранность и рост лесных культур сосны в цасучейском бору. В: *Известия Самакского научного центра Росийской Академии Наук.* 2013, том 15, № 3 (3), с. 1056–1059.
231. ПАЛАМАРЬ–МОРДВИНЦЕВА, Г. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зелёные водоросли класс Коньюгаты порядок Десмидиалес. Chlorophyta: Conjugatophyceae, Desmidiales. Л., 1982, вып. 11(2). 624 с.
232. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Гидрометиздат. Ленинград, 1977. 541 с.
233. *Справочник по климату СССР*: Вып. II. Молдавская ССР; ч. I. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Л., 1966. 124 с.
234. *Справочник по климату СССР*: Вып. II. Молдавская ССР; ч. II. Температура воздуха и

почвы. Л., 1965. 122 с.

235. *Справочник по климату СССР*: Вып. II. Молдавская ССР; ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л., 1968. 126 с.
236. СУВАК, П. А. *Мелиорация мочаристых и солонцовых почв Молдавии*. Ch.: 1977. 106 с.
237. СУВАК, П. А. *Окультуривание почв гидроморфных и автоморфных солонцово-солончаковых комплексов при интенсивном земледелии Молдавии.* Кишинев: Штиинца, 1986. 162 с.
238. СУХОВ, И. М. Опыт геоморфологического деления Бессарабии. ДАН СССР, т. 73, № 3, 1950. с. 561–563.
239. ТРЕЩЕВСКАЯ, Э. И., ТРЕЩЕВСКАЯ, С. В., БОБРЕШОВ, К. В. Сосновые насаждения в разных лесорастительных условиях нарушенных земель. В: *Лесотехнический журнал.* 2014, том 4, № 3 (15), с. 76–84.
240. УРСУ, А. Ф. *Черноземы Приднестровской возвышенности Молдавии.* Вопросы исследования и использования почв Молдавии, вып. II, Кишинев: 1964. с. 3-23.
241. УРСУ, А. Ф., МОГОРЯНУ, Н. В. *Лесные почвы Резинских Кодр. Вопросы исследования и использования почв Молдавии.* вып. I, Кишинев: 1963.
242. ЦАРЕНКО, П. М. *Краткий определитель хлорококковых водорослей.* Курск: 1990. 208 с.
243. ЧИБРИК, Т. С. *Основы биологической рекультивации.* Екатеринбург: Изд. Уральского университета, 2002. 171 с. ISBN 5-7996-0134-3.
244. ШАБАНОВА, Г. А., ИЗВЕРСКАЯ, Т. Д., ГЕНДОВ, В. С. *Дикорастущие хозяйственно-ценные растения заповедника „Ягорлык”.* Кишинев, Eco-TIRAS. 2012. 262 с.
245. ЮНГЕР, В. П., МОШКОВА, Н. О. *Визначник прісноводних водоростей Української. Едогоніэві водорості – Oedogoniales.* Киев: Наук. Думка, 1993. 412 с.

ANEXE

Anexa 1

Tabelul A1.1. Parametrii chimici a probelor de apă prelevate din lacul carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Nr. d/o.	pH	$N(NH_4^+)$	$N(NO_2^-)$	$N(NO_3^-)$	Rezidiul fix	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	$Na^+ + K^+$	Duritatea
		(mg/l)												(mg-ecv./l)
1.	7,66	absent	absent	12,8	347	7,1	31,3	282,0	51,3	33,7	23,6	2,0	26,2	5,33
2.	7,34	absent	absent	14,2	456	6,9	30,2	253,3	46,1	35,8	21,4	2,5	24,3	5,14
3.	6,76	0,26	0,072	38,2	352	7,5	32,4	305,4	54,2	34,6	23,9	3,1	25,8	6,12
4.	6,73	0,34	0,070	37,2	651	8,3	31,9	267,0	43,8	42,1	22,3	2,8	26,8	5,87
5.	7,66	0,23	0,050	23,6	504	7,4	32,7	284,6	53,7	33,8	23,5	3,5	27,7	6,21
6.	7,65	0,27	0,050	24,2	376	8,7	33,1	264,4	52,8	41,7	22,8	2,4	25,8	5,63
CMA	6,5–9,5	0,5	0,08	40	1000	300	100		180	40	120	50		7

Anexa 2

Tabelul A2.1 Diversitatea floristică din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Nr. d/o.		FAMILIA/SPECIA	Biomorfe	Indicii biologici	Elemente		Scara		I	II	III	IV	V	VI
					ecologice	geobotanice	azot	troficitate						
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
1.	**I.**	**Fam. Equisetaceae**												
2.	**1.**	*Equisetum hyemale* L.	G	Sp	Higr.	Circ.		Mezotrof			+			
3.	**II.**	**Fam. Papaveraceae**												
4.	**1.**	*Papaver rhoeas* L.	T	Se, R	Mezoxer.	Med.		Eutrof				+		+
5.	**III.**	**Fam. Fumariaceae**												
6.	**1.**	*Fumaria officinalis* L.	T	R	Mezoxer.	Eur.		Eutrof						+
7.	**IV.**	**Fam Caryophyllaceae**												
8.	**1.**	*Melandrium album* (Mill.) Garcke	T-H	R	Mezoxer.	Euras.		Eutrof			+			
9.	**2.**	*Spergula arvensis* L.	T		Mez.	Cosm.		Mezotrof-oligotrof			+			
10.	**3.**	*Silene fabaria* L.	H	Se, R	Xeromez.	Euras.					+	+		
11.	**V.**	**Fam. Chenopodiaceae**												
12.	**1.**	*Chenopodium urbicum* L.	T	R	Mez.	Euras.							+	
13.	**2.**	*Atriplex tatarica* L.	T	R	Mezoxer.	Euras.		Eutrof						+
14.	**VI.**	**Fam. Polygonaceae**												
15.	**1.**	*Rumex conglomeratus* Murr.	H	R	Mezohigr-higr.	Circ				+		+	+	+
16.	**2.**	*Polygonum aviculare* L.	T	R	Xeromez.	Cosm.						+	+	+
17.	**VII.**	**Fam. Corylaceae**												
18.	***1.***	*Carpinus betulus* L.	Ph	Sp	Mez.	Centr. eur.		Mezotrof-eutrof			+			
19.	**2.**	*Corylus avellana* L.	Ph	Sp	Mez.-mezohigr.	Eur.		Eutrof-mezotrof		+	+			
20.	**VIII.**	**Fam. Hypericaceae**												
21.	**1.**	*Hypericum perforatum* L.	H	Sp	Xeromez.-mez.	Med. Euras.		Oligotrof			+	+		

Continuarea anexei 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
22.	**IX.**	**Fam. Salicaceae**												
23.	***1.***	*Salix caprea* L.	Ph	Sp	Mez.-mezohigr.	Euras.		Eutrof	+					
24.	***2.***	*Populus canescens* (Ait.) Smith	Ph	Sp	Mezohigr.	Eur.		Eutrof		+	+	+		
25.	**X.**	**Fam. Brassicaceae**												
26.	**1.**	*Alyssum calycinum* L.	Ch	Sp	Xeromez.							+		+
27.	**2.**	*Sinapis arvensis* L.	T	R	Mez.-xeromez.	Euras.	N3						+	
28.	**3.**	*Cardaria draba* (L.) Desv.	H	R	Xeromez.	Euras. Medit.		Eutrof						+
29.	**XI.**	**Fam. Resedaceae**												
30.	**1.**	*Reseda lutea* L.	Ht-H	R	Xeromez.	Euras.							+	
31.	**XII.**	**Fam. Ulmaceae**												
32.	**1.**	*Ulmus carpinifolia* Rupp ex Suckow	Ph	Sp	Xeromez.	Eur.		Eutrof			+			
33.	**XIII.**	**Fam. Urticaceae**												
34.	**1.**	*Urtica dioica* L.	H	R	Mez.-mezohigr.	Cosm.	N4-5			+				
35.	**XIV.**	**Fam. Euphorbiaceae**												
36.	**1.**	*Euphorbia agraria* Bieb.	H	R	Xer.-xeromez.	Pont.-balc.					+			
37.	**XV.**	**Fam. Rosaceae**												
38.	**1.**	*Rubus caesius* L.	Ph	Se, R	Mezohigr.	Eur.	N5	Eutrof		+	+			
39.	**2.**	*Potentila recta* L.	H	Sp	Xeromez.	Cont. Euras.	N2		+	+				
40.	**3.**	*Potentilla argentea* L.	H	Sp	Xeromez.	Euras.	N2			+				
41.	**4.**	*Agrimonia eupatoria* L.	H	R	Xeromez.	Euras.		Mezotrof	+	+	+			
42.	**5.**	*Crataegus monogyna* Jacq.	Ph	Sp	Mezoxer.-mez.			Mezotrof			+			
43.	**6.**	*Armeniaca vulgaris* Lam.	Ph		Mezoxer					+	+			
44.	**7.**	*Cerasus avium* (L.) Moench	Ph	Sp	Mez.	Submedit.		Mezotrof		+	+			
45.	**8.**	*Rosa canina* L.	Ph	Sp	Xeromez.-mez.	Eur.				+	+			
46.	**9.**	*Pyrus pyraster* Burgsd.	Ph		Mezoxer.	Eur.		Eutrof-mezotrof			+			
47.	**10.**	*Malus sylvestris* Mill.	Ph	Sp	Mez.	Eur.		Eutrof-mezotrof		+	+			
48.	**11.**	*Malus domestica* Borkh.	Ph		Mezoxer.					+	+			
49.	**XVI.**	**Fam. Lythraceae**												
50.	***1.***	*Lythrum salicaria* L.	H	Sp	Higr.	Circ.		Mezotrof	+					

Continuarea anexei 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
51.	**XVII.**	**Fam. Fabaceae**												
52.	**1.**	*Coronilla varia* L.	H	Sp	Xeromez.	Centr.eur.-submedit		Oligotrof-mezotrof	+	+	+		+	+
53.	**2.**	*Melilotus officinalis* (L.) Pall.	Ht	R	Xeromez.-mez.	Euras.		Eutrof-mezotrof	+	+	+	+		+
54.	**3.**	*Melilotus albus* Medik	Ht	R	Xeromez.-mez.	Euras.	N2		+	+		+	+	
55.	**4.**	*Lathyrus tuberosus* L.	H	Sp	Xeromez.-mez.	Euras.	N2	Mezotrof		+	+	+		+
56.	**5.**	*Lotus corniculatus* L.	H	Sp	Mezoxer.	Euras.				+			+	
57.	**6.**	*Astragalus glycyphyllos* L.	H	Sp	Xeromez.-mez.	Euras.-submedit.		Oligotrof-mezotrof		+		+		
58.	**7.**	*Medicago lupulina* L.	T-H	Sp	Xeromez.-mezohigr.	Euras.	N2	Mezotrof				+	+	+
59.	**8.**	*Medicago sativa* L.	Ch-H	Sp										+
60.	**9.**	*Trifolium fragiferum* L.	H	Sp	Mezohigr.	Euras.		Eutrof						+
61.	**10.**	*Trifolium pratense* L.	H	Sp	Xeromez.-mez.	Euras.	N2-3	Mezotrof-eutrof						+
62.	**11.**	*Robinia pseudacacia* L.	Ph	Sp	Mez.					+	+			+
63.	**XVIII.**	**Fam. Aceraceae**												
64.	**1.**	*Acer negundo* L.	Ph	Sp	Xeromez.					+	+		+	
65.	**XIX.**	**Fam. Simaroubaceae**												
66.	***1.***	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Ph	Sp	Xeromez.						+			
67.	**XX.**	**Fam. Rhamnaceae**												
68.	**1.**	*Rhamnus cathartica* L.	Ph	Sp	Xeromez.-mez.	Med. Euras.		Oligotrof-mezotrof		+	+			
69.	**XXI.**	**Fam. Elaeagnaceae**												
70.	***1.***	*Elaeagnus argentea* Pursh	Ph	Sp	Xeromez.				+	+	+	+	+	+
71.	***2.***	*Elaeagnus angustifolia* L.	Ph	Sp	Xeromez.				+	+	+		+	
72.	***3.***	*Hippophaë rhamnoides* L.	Ph	Sp	Xeromez.	Euras.			+	+			+	+
73.	**XXII.**	**Fam. Vitaceae**												
74.	***1.***	*Vitis vinifera* L.	Ph		Mez.	Med.				+	+			
75.	***2.***	*Vitis sylvestris* C.C. Gmel.	Ph	Sp	Mezohigr.	Pont.-medit.		Eutrof		+				
76.	**XXIII.**	**Fam. Cornaceae**												
77.	***1.***	*Cornus sanguinea* L.	Ph	Sp	Mez.-mezohigr.	Eur. centr.		Mezotrof			+			

Continuarea anexei 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
78.	**XXIV.**	**Fam. Apiaceae**												
79.	**1.**	*Conium maculatum* L.	Ht	Se, R	Xeromez.-mez.	Euras.	N4-5			+		+	+	
80.	**2.**	*Pimpinella major* (L.) Huds	H	R	Mez.	Eur.				+	+			
81.	***3.***	*Daucus carota* L.	T-H	R	Eurif.	Euras.	N2-3		+	+	+	+		+
82.	***4.***	*Heracleum sibiricum* L.	H	R	Mezoxer.	Eur.				+	+			
83.	**XXV.**	**Fam. Caprifoliaceae**												
84.	***1.***	*Sambucus ebulus* L.	H	R	Xeromez.-mezohigr.	Euras.	N4-5	Eutrof		+				
85.	**XXVI.**	**Fam. Valerianaceae**												
86.	***1.***	*Valeriana officinalis* L.	H	Sp	Xeromez.	Med. Euras.				+	+			
87.	**XXVII.**	**Fam. Dipsacaceae**												
88.	***1.***	*Knautia arvensis* (L.)Coult.	H	Se,R	Xeromez.-mez.	Eur.		Euritrof		+	+			
89.	**XXVIII.**	**Fam. Rubiaceae**												
90.	***1.***	*Galium aparine* L.	T	R	Mez.-mezohigr.	Circ.	N4-5	Eutrof		+				+
91.	**XXIX.**	**Fam. Solanaceae**												
92.	***1.***	*Solanum dulcamara* L.	Ch	R	Mezohigr.-higr.	Euras.				+				
93.	**XXX.**	**Fam. Oleaceae**												
94.	***1.***	*Ligustrum vulgare* L.	Ph	Sp	Xeromez.-mez.	Eur.				+	+			+
95.	***2.***	*Fraxinus excelsior* L.	Ph	Sp	Xeromez.-mez.	Pont.-cauc.				+	+			+
96.	**XXXI.**	**Fam. Convolvulaceae**												
97.	***1.***	*Convolvulus arvensis* L.	G(H)	Se, R	Mez.	Cosm.	N3	Eutrof - mezotrof	+					
98.	**XXXII.**	**Fam. Boraginaceae**												
99.	***1.***	*Echium vulgare* L.	Ht	R	Xeromez.	Euras.			+		+	+	+	
100.	***2.***	*Anchusa pseudochroleuca* Schost.	H	R	Xer.-xeromez.	Pont.-cauc.					+			
101.	**XXXIII.**	**Fam. Scrophulariaceae**												
102.	***1.***	*Linaria vulgaris* Mill.	H	R	Xeromez.	Euras.				+	+			
103.	***2.***	*Linaria ruthenica* Bronski		R	Xeromez.					+		+	+	
104.	***3.***	*Verbascum nigrum* L.	H	Sp	Xeromez.	Euras.			+	+	+			+
105.	**XXXIV.**	**Fam. Plantaginaceae**												
106.	***1.***	*Plantago lanceolata* L.	H	Sp	Eurif.	Euras.		Euritrof		+				+
107.	***2.***	*Plantago major* L.	H	Sp	Mezoxer.	Med. Euras.			+	+				+

Continuarea anexei 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
108.	**XXXV.**	**Fam. Verbenaceae**												
109.	**1.**	*Verbena officinalis* L.	H	R	Xeromez.-mez.	Med. Cosm.	N3-4			+				
110.	**XXXVI.**	**Fam. Lamiaceae**												
111.	**1.**	*Ballota nigra* L.	H	R	Xeromez.-mez.	Euras.	N4	Megatrof		+				
112.	***2.***	*Teucrium chamaedrys* L.	Ch	Sp	Xer.-xeromez.	Eur.centr.			+	+				
113.	***3.***	*Salvia nemorosa* L.	H	Sp	Xer.-xeromez.	Pont.-medit.-centr.eur.			+					
114.	***4.***	*Salvia verticillata* L.	H	R	Xeromez.	Centr.eur.-medit.			+					
115.	***5.***	*Thymus marschallianus* Willd.	Ch	Sp	Xer.-xeromez.			Oligotrof		+				
116.	**XXXVII.**	**Fam. Campanulaceae**												
117.	***1.***	*Campanula sibirica* L.	Ht	Sp	Xeromez.	Cont. Euras.		Oligotrof		+	+			
118.	**XXXVIII.**	**Fam. Asteraceae**												
119.	***1.***	*Tragopogon major* Jacq.	H	R	Xeromez.						+			
120.	***2.***	*Sonchus arvensis* L.	G	R	Mez.	Euras.				+		+	+	+
121.	***3.***	*Sonchus oleraceus* L.	T	R	Xer.-xeromez.	Cosm.	N4				+			
122.	***4.***	*Hieracium pilosella* L.	H	Se	Xeromez.-mez.	Euras.	N2	Oligotrof		+	+			
123.	***5.***	*Artemisia vulgaris* L.	H	R	Mez.	Circ.	N3-4	Eutrof		+		+		+
124.	***6.***	*Artemisia absinthium* L.	H(Ch)	R	Xeromez.-mez.	Euras.	N3-4		+	+	+	+		+
125.	***7.***	*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun.	Ht-H	R	Xeromez.				+	+	+	+	+	+
126.	***8.***	*Crepis rhoeadifolia* Bieb.	T	R	Xeromez.-mez.	Pont.medit.	N2-3			+			+	
127.	***9.***	*Cirsium arvense* L. Scop	G	Se, R	Xeromez.-mez.	Euras.	N3-4	Eutrof		+	+	+		+
128.	***10.***	*Cirsium serrulatum* (Bieb.) Fisch.	Ht	R	Xeromez.-mez.	Pont.				+				
129.	***11.***	*Cichorium intybus* L.	H	R	Eurif.	Euras.	N3		+	+	+			
130.	***12.***	*Arctium lappa* L.	Ht	R	Xeromez.-mez.	Euras.	N5			+	+			
131.	***13.***	*Matricaria perforata* Merat (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.)	T-H	Se, R	Mez.	Euras.				+	+	+		+

Continuarea anexei 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
132.	***14.***	*Taraxacum officinale* Wigg.	H	Se, R	Xeromez.-mez.	Euras.	N4	Eutrof			+			
133.	***15.***	*Erigeron annuus* (L.) Pers.	T, Ht, H	R	Mez.				+		+	+	+	
134.	***16.***	*Erigeron canadensis* L.	T, Ht, H	R	Xeromez.								+	
135.	***17.***	*Onopordum acanthium* L.	Ht	R	Xeromez.	Euras.	N4-5			+	+			
136.	***18.***	*Eupatorium cannabium* L.	H	Sp	Mezohigr.	Euras.			+		+			
137.	***19.***	*Carthamus lanatus* L.	T	R	Xeromez.	Pont.-medit.	N3-4			+				
138.	***20.***	*Senecio erucifolius* L.	H	Se,R	Xeromez.-mez.	Euras.				+				
139.	***21.***	*Senecio vernalis* Waldst. et Kit.	T	Se,R	Xeromez.	Euras. cont.						+	+	+
140.	***22.***	*Xeranthemum annuum* L.	T	Sp	Xer.-xeromez.	Pont.-medit.		Oligotrof		+	+			
141.	***23.***	*Achillea millefolium* L.	H	Sp	Mez.	Euras.				+	+			+
142.	***24.***	*Inula helenium* L.	H	Sp	Mezohigr.	Eur.				+				
143.	***25.***	*Xanthium strumarium* L.	T	R	Mez.-mezohigr.	Euras.	N3-4			+	+	+	+	
144.	***26.***	*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.	T	R	Mezoxer.					+				
145.	***27.***	*Carduus hamulosus* Ehrh.	Ht	R	Xeromez.	Pont.-pan.-balc.		Oligotrof		+				+
146.	***28.***	*Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey.	H	R	Mezohal.-higrohal.	Cont. Euras.				+	+			
147.	***29.***	*Tussilago farfara* L.	G	Sp	Mez.-mezohigr.	Euras.					+		+	+
148.	***30.***	*Centaurea diffusa* Lam.	T	R	Xer.-xeromez.	Pont.-balc.					+			
149.	***31.***	*Tanacetum vulgare* L.	H	R	Mez.-mezohigr.	Med.					+			
150.	***32.***	*Ambrosia artemisifolia* L.	T	Adv, R	Xeromez.	Am. de N.						+		
151.	**XXXIX.**	**Fam. Alismataceae**												
152.	***1.***	*Alisma plantago-aquatica* L.	Hh	Sp	Higr.-hidr.	Circ.			+					
153.	**XL.**	**Fam. Poaceae**												
154.	***1.***	*Elytrigia repens* (L.) Gould	G	Sp	Mez.	Circ.				+	+			+

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
155.	***2.***	*Festuca pratensis* Huds.	H	Sp	Mez.-mezohigr.	Euras.		Eutrof-mezotrof	+	+	+			
156.	***3.***	*Phragmites australis* (Cav.) Steudel	G(Hh)	Sp	Higr.	Cosm.		Eutrof	+					
157.	***4.***	*Echinochloa crusgalli* L.	T	R,Se	Mez.-mezohigr.	Cosm.	N3-4		+			+		+
158.	***5.***	*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth	G	Sp	Eurif.	Euras.				+	+			
159.	***6.***	*Bromus arvensis* L.	T-Ht	R, Se	Xeromez.	Euras.							+	+
160.	***7.***	*Poa bulbosa* L.	H	R	Xeromez.	Euras.	N1-2				+	+		
161.	***8.***	*Poa nemoralis* L.	H	Sp	Mez.	Circ.					+	+		
162.	**XLI.**	**Fam. Typhaceae**												
163.	***1.***	*Typha angustifolia* L.	G	Sp	Higr.	Circ.			+					
164.	***2.***	*Typha latifolia* L.	G	Sp	Higr.	Cosm.			+					
165.	**XLII.**	**Fam. Juglandaceae**												
166.	***1.***	*Juglans regia* L.	Ph		Mez.	Centr. eur.-balc.- cauc.		Eutrof		+	+		+	
	Total:42 familii, 108 genuri, 125 specii													

Biomorfele (formele de viață a speciilor): T-terofite, Ht-hemiterofite, H-hemicriptofite, G-geofite, Hd-hidrofite, Hh-hidroheliofite, Ch-camefite, Ph-fanerofite, Ep-epifite.

Indicii biologici: Se-segetale, specii care se întâlnesc în semănături, R-ruderale, specii care se întâlnesc la gunoiști, pe marginea drumurilor, Sp-spontane, specii care se întâlnesc în comunități naturale.

Caracterizarea ecologică. Scara pentru umiditate: Xer.-xerofită, Xeromez.-xeromezofită, Mez.-mezofită, Mezohigr.-mezohigrofită, Higr.-higrofită, Hidr.-hidrofită, Eurif.-eurifită.

Scara pentru troficitate: Extr. oligotr.-specie extrem oligotrofă, Oligotr.-specie oligotrofă, Oligomezotr.-specie oligomezotrofă, Mezotr.-specie mezotrofă, Eutr.-specie eutrofă, Megatr.-specie megatrofă, Euritr.-specie euritrofă.

Scara pentru azot (N): N1 - specie indicatoare de soluri foarte slab aprovizionate, N2-specie indicatoare de soluri slab aprovizionate,
N3 - specie indicatoare de soluri mijlociu aprovizionate, N4 - specie indicatoare de soluri bine aprovizionate,
N5 - specie indicatoare de soluri foarte bine aprovizionate, N6 - specie cu largă amplitudine ecologică.

Răspândirea generală (arealul): Atl.-atlantică, Balc.-balcanică, Carp.-carpatică, Centr.-eur.-central-european, Circ.-circumpolar, Cosm.-cosmopolită, Eur.-europeană, Euras.-eurasiatică, Medit.-mediteranean, Pont.-pontic, Cauc.-caucazică, Euras.-arct.-alp.-eurasiatic-arctic-alpin, Submedit.-submediteranean, Cont.-continental, Pan.-panonic.

Stațiunile:

I – lista speciilor de plante erbacee din preajma bazinului acvatic;

II - lista speciilor de plante erbacee și lemnoase stabilite pe partea stângă a pantei în carieră, de la bazin în sus (halda de 25 ani);

III - lista speciilor de plante erbacee și lemnoase stabilite pe partea dreaptă a pantei în carieră (după 20 de ani de stocare a decopertărilor, halda de 20 ani);

IV - lista speciilor de plante stabilite pe halda de 10 ani;

V - lista speciilor de plante stabilite pe halda de 5 ani;

VI – lista speciilor de plante erbacee stabilite pe halda de 0 ani.

Anexa 3

Tabelul A3.1. Specii de plante cu posibilitate de integrare economică și ecologică din cariera „Lafarge Ciment”

Nr. d/o	**Lista speciilor**	**Specii fructifere**	**Specii nucifere**	**Specii pentru condimente**	**Specii etero-uleioase**	**Specii cu conținut de tanine**	**Specii medicinale**	**Specii melifere**	**Specii toxice**	**Specii furajere**	**Specii cu acțiune insecticidă**	**Specii ce conțin coloranți**
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
1.	*Rubus caesius* L.	+					+					
2.	*Cerasus avium* (L.) Moench	+										
3.	*Armeniaca vulgaris* Lam.	+										
4.	*Malus domestica* Borkh.	+										
5.	*Malus sylvestris* Mill.	+					+					
6.	*Pyrus pyraster* Burgsd.	+										
7.	*Corylus avellana* L.		+									
8.	*Juglans regia* L.		+									
9.	*Thymus marchallianus Willd*			+	+							
10.	*Salvia verticillata* L.				+							
11.	*Artemisia absinthium* L.				+							
12.	*Salix caprea* L.					+						
13.	*Salix triandra* L.					+						
14.	*Rhamnus cathartica* L.					+	+					
15.	*Rosa canina* L.						+					
16.	*Crataegus monogyna* Jacq.						+					
17.	*Hippophaë rhamnoides* L.						+	+				
18.	*Lotus corniculatus* L.						+	+		+		
19.	*Valeriana officinalis* L.						+					
20.	*Arctium lappa* L.						+					
21.	*Hypericum perforatum* L.						+					
22.	*Coronilla varia L.*						+					
23.	*Heracleum sibiricum L.*						+					
24. .	*Tussilago farfara L.*						+					
25.	*Inula helenium L.*						+					
26.	*Taraxacum officinale Wigg.*						+					

Continuarea anexei 3

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
27.	*Elaeagnus argentea Pursh*							+				
28.	*Elaeagnus angustifolia L.*							+				
29.	*Robinia pseudacacia L.*						+	+				
30.	*Echium vulgare L.*							+				+
31.	*Melilotus officinalis (L.) Pall.*						+	+		+		
32.	*Conium maculatum L.*								+			
33.	*Solanum dulcamara L*								+			
34.	*Alisma plantago-aquatica L.*								+			
35.	*Coronilla varia L.*								+			
36.	*Sambucus ebulus L.*						+					+
37.	*Calamagrostis epigeios (L.) Roth*									+		
38.	*Elytrigia repens (L.) Nevski*									+		
39.	*Medicago lupulina L.*									+		
40.	*Trifolium fragiferum L.*									+		
41.	*Melilotus albus Medik*									+		
42.	*Tanacetum vulgare L.*										+	
43.	*Linaria vulgaris (L.) Mill.*						+				+	
44.	*Polygonum aviculare L.*						+					
45.	*Sinapis arvensis L.*						+					
46.	*Urtica dioica L.*						+					
47.	*Lythrum salicaria L.*						+					
48.	*Plantago major L.*						+					
49.	*Plantago lanceolata L.*						+					
50.	*Daucus carota L.*						+					
51.	*Achillea millefolium L.*						+					
52.	*Astragalus glycyphyllos L.*						+					
53.	*Fraxinus excelsior L.*						+					
54.	*Xanthium strumarium L.*						+					

Anexa 4

Diversitatea faunistică din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Nr. d/o.	Denumirea speciei	I	II	III	IV	V	VI
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Mamifere							
1.	*Lepus europaeus* Pallas		+	+	+	+	+
2.	*Capreolus capreolus* L.	+	+	+	+	+	+
3.	*Sus scrofa* L.	+	+	+	+	+	+
4.	*Talpa europaea* L.		+	+	+		
5.	*Mustela nivalis* L.		+	+			
6.	*Martes foina* Erxl.		+	+			
Păsări							
1.	*Larus argentatus* Pont.	+	+	+	+	+	+
2.	*Larus ridibundus* L.	+	+	+	+	+	+
3.	*Buteo rufinus* Cretzsch.	+	+	+	+	+	+
4.	*Anas platyrhynchos* L.	+	+				
5.	*Hirundo rustica* L.			+	+	+	
6.	*Phoenicurus ochruros* Gmel.	+	+	+	+	+	+
7.	*Motacilla alba* L.	+	+	+	+	+	+
8.	*Oenanthe oenanthe* L.	+	+	+	+	+	+
9.	*Athene noctua* Scop.	+	+	+	+	+	+
10.	*Otus scops* L.	+	+	+	+	+	+
11.	*Riparia riparia* L.	+	+	+	+	+	+
12.	*Merops apiaster* L.	+	+	+	+	+	+
Reptile							
1.	*Natrix natrix* L.	+	+	+			
2.	*Natrix tessellata* Laurenti.	+					
Amfibieni							
1.	*Rana lessonae* Camer.	+					
Insecte							
1.	*Zerynthia polyxena* Den. Et Schiff.	+	+	+	+	+	+
2.	*Iphiclides podalirius* L.	+	+	+	+	+	+
3.	*Leptidea sinapis* L.	+	+	+	+	+	+
4.	*Leptidea morsei* Gr.	+	+	+	+	+	+
5.	*Anthocharis cardamines* L.	+	+	+	+	+	+
6.	*Melanargia galathea* L.	+	+	+	+	+	+
7.	*Coenonympha arcania* L.	+	+	+	+	+	+
8.	*Vanessa atalanta* L.	+	+	+	+	+	+
9.	*Vanessa cardui* L.	+	+	+	+	+	+
10.	*Everes argiades* Pall.	+	+	+	+	+	+
11.	*Polyommatus daphnis* Den. Et Schiff.	+	+	+	+	+	+
12.	*Polyommatus icarus* Rott.	+	+	+	+	+	+
13.	*Plebeius argus* L.	+	+	+	+	+	+
14.	*Lethrus apterus* Laxm.	+	+	+	+	+	+
15.	*Amphimallon solstitiale* L.	+	+	+	+	+	+
16.	*Acrida hungarica Herbst*	+	+	+			
17.	*Gryllus campestris* L.	+	+	+			

Continuarea aneexei 4

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
18.	*Tettigonia viridissima* L.	+	+	+			
19.	*Copium clavicorne* L.		+	+	+	+	
20.	*Copium teucrii* Host		+	+	+	+	
21.	*Pyrrhocoris marginatus* Fall.		+	+	+	+	
22.	*Catoplatus carthusianus* Gz.		+	+	+	+	
23.	*Odontotarsus purpureolineatus* Rossi		+	+	+	+	
24.	*Vilpianus galii* Wolff		+	+	+	+	
25.	*Aglais urticae* L.		+	+	+	+	
26.	*Polyommatus argus* L.		+	+	+	+	
27.	*Ischnura elegans* Vand. Lind.	+					
28.	*Aeshna affinis* Vand. Lind.	+					
29.	*Orthetrum albistylum* Selys	+					
30.	*Sympetrum striolatum* Charp.	+					
31.	*Haliplus ruficollis* De G.	+					
32.	*Hygrotus inaequalis* F.	+					
33.	*Gyrinus natator* L	+					
34.	*Sphaeridium scarabaeoides* L.	+					
35.	*Sphaeridium bipustulatum* F.	+					
36.	*Gerris odontogaster* Zett.	+					
37.	*Gerris thoracicus* Schumm.	+					
38.	*Gerris lacustris* L.	+					
39.	*Sigara lateralis* Leach	+					
40.	*Notonecta viridis* Delc.	+					
41.	*Berosus spinosus* Stev.	+					

Staţiunile:
I – lista speciilor de animale din preajma bazinului acvatic;
II – lista speciilor de animale stabilite pe halda de 25 ani;
III – lista speciilor de animale stabilite pe halda de 20 ani;
IV – lista speciilor de animale stabilite pe halda de 10 ani;
V – lista speciilor de animale stabilite pe halda de 5 ani;
VI – lista speciilor de animale stabilite pe halda de 0 ani.

LAFARGE

Act de implementare

Act nr. 01 din 13.11. 2019 de implementare a rezultatelor cercetărilor ştiinţifice privind particularităţile restabilirii ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.

ACT

de implementare a rezultatelor ştiinţifice elaborate şi aprobate de Institutul de Ecologie şi Geografie (autor, drd. Certan Corina)

Prin prezenta, se confirmă faptul, că rezultatele ştiinţifice obţinute de dna Certan Corina în teza de doctor „Particularităţile restabilirii ecosistemului petrofit (pe exemplul: carierei de calcar „Lafarge Ciment" (Moldova) S.A.))", (specialitatea 166.01 - Ecologie) privind restabilirea ecosistemului petrofit prin recultivare silvică este bine argumentat ştiinţific.

Rezultatele obţinute privind reconstrucţia ecologică este unul dintre procedeele tot mai des aplicate în situaţia terenurilor degradate antropic. Rezultatele studiului ce ţin de recultivarea silvică, au arătat un procent de reuşită de 84 %. Un nivel ridicat de prindere au arătat speciile de: *Robinia pseudacacia* L. (salcâm), *Hippophae rhamnoides* L. (cătina albă), *Elaeagnus argentea* Pursh. (sălcioară), *Ligustrum vulgare* L. (lemn-câinesc), lemnul-câinesc, urmat de *Ulmus glabra* Huds. (ulm), *Fraxinus exelsior* L. (frasin), *Acer pseudoplatanus* L. (paltin), *Cotinus coggygria* Scop. (scumpie), *Gleditsia triacanthos* L. (glădiţă) şi *Pinus nigra* J.F. Arnold. Studiul complex al tuturor componentelor de mediu (apă, sol, floră, faună) au demonstrat importanţa calităţii lor în asigurarea echilibrului ecologic. Restabilirea ecosistemului petrofit din cariera de calcar are loc concomitent cu procesul de formare a solului (regosolului) asigurat de dezvoltarea diversităţii biologice vegetale pe suprafaţa haldelor de steril, acumularea nutienţilor şi a humusului în straturile de sol superioare, reprezintă un proces lent şi depinde de vârsta haldelor de steril. Toate aceste procese sunt interdependente.

Rezultatele ştiinţifice obţinute practic, au demonstrat, importanţa cercetărilor realizate, care demonstrează, că restabilirea ecologică prin recultivare silvică permite ecosistemului să se autoregleze şi reintegreze accelerat şi cu uşurinţă în mediul natural.

Sergiu BOBU Director Uzina

LAFARGE CIMENT (MOLDOVA) S.A.

Ex. Ignatenco Olga (+373 69 888 289)

LAFARGE CIMENT (MOLDOVA) S.A.

UNIVERSITATEA DE STAT
DIN MOLDOVA

Facultatea
de Biologie şi Pedologie

MD-2009, Chişinău
Str. M.Kogălniceanu, 65A
Tel.: 022- 24-43-24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

Факультет
Биологии и Почвоведения

МД-2009, Кишинэу
ул. М.Когэлничеану, 65А
тел.: 022- 24-43-24

Nr. 372 i din „ 11 ” iunie 2020

Act de implementare

Prin prezenta se confirmă, că rezultatele ştiinţifice obţinute de dna Certan Corina la realizarea tezei de doctor „Particularităţile restabilirii ecosistemului petrofit (pe exemplul: carierei de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.)”, (specialitatea 166.01 - Ecologie), derivă din studiul complex al ecosistemului petrofit din cariera „Lafarge Ciment”, privind reconstrucţia ecologică prin recultivare silvică a haldei de steril din carieră, efectuat la un nivel ştiinţifico-metodic contemporan, care a permis obţinerea unei informaţii ample şi utile.

Rezultatele obţinute vor fi aplicate în procesul de instruire a studenţilor şi pregătirea tezelor de licenţă şi master în cadrul specialităţilor Biologie, Ecologie, Geografie, Ştiinţele solului, Geologie, Silvicultură şi grădini publice a facultăţii de Biologie şi Pedologie, Universitatea de Stat din Moldova.

Decanul Facultăţii de Biologie şi Pedologie
dr. în biologie, conf. univ. Mihai LEŞANU

Anexa 6

Foto A6.1. Halda nouă de steril (0 ani) din carieră „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., or. Rezina (23.03.2017)

a - halda înainte de plantare a arborilor

b - după plantarea arborilor

Anexa 7

Foto A7.1. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (04.05.2017)

***Cotinus coggygria* Scop. (scumpie)**

***Ligustrum vulgare* L. (lemn-cânesc)**

Foto A7.2. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (14.09.2017)

***Robinia pseudacacia* L. (salcâm)**

***Hippophaë rhamnoides* L. (cătina albă)**

***Elaeagnus argentea* Pursh (sălcioară)**

***Ulmus glabra* Huds. (ulm)**

***Fraxinus exelsior* L. (frasin)**

Anexa 8

Foto A8.1. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (23.05.2018)

***Robinia pseudacacia* L. (salcâm)**

***Ligustrum vulgare* L. (lemn-cânesc)**

***Cotinus coggygria* Scop. (scumpie)**

***Hippophaë rhamnoides* L. (cătina albă)**

Foto A8.2. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (26.09.2018)

***Hippophaë rhamnoides* L.**
(cătina albă)

***Cotinus coggygria* Scop.**
(scumpie)

***Gleditschia triacanthos* L.**
(glădiță)

***Pinus nigra* J. F. Arnold**
(pinul negru)

***Elaeagnus argentea* Pursh**
(sălcioară)

Anexa 9

Foto A9.1. Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (23.09.2019)

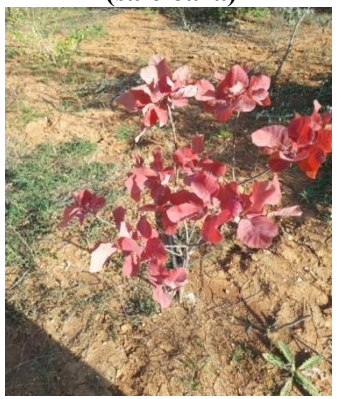
***Fraxinus exelsior* L.**
(frasin)

***Acer pseudoplatanus* L.**
(paltin de munte)

***Elaeagnus argentea* Pursh**
(sălcioară)

***Ulmus glabra* Huds.**
(ulm)

***Hippophaë rhamnoides* L.**
(cătina albă)



***Cotinus coggygria* Scop.**
(scumpie)

***Robinia pseudacacia* L. (salcâm)**

***Gleditschia triacanthos* L.**
(glădiță)

Anexa 10

Foto A10.1. Speciile de plante erbacee de pe haldele de 5, 10, 20, 25 ani

***Verbascum nigrum* L. (lumânărica)**

***Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă)**

***Lathyrus tuberosus* L. (oreșniță)**

***Coronilla varia* L. (coroniştea)**

***Crataegus monogyna* Jacq. (păducelul)**

***Elaeagnus argentea* Pursh (măslinul sălbatic)**

***Rosa canina* L. (măceşul)**

***Echium vulgare* L. (iarba şarpelui)**

***Xeranthemum annuum* L. (imortele)**

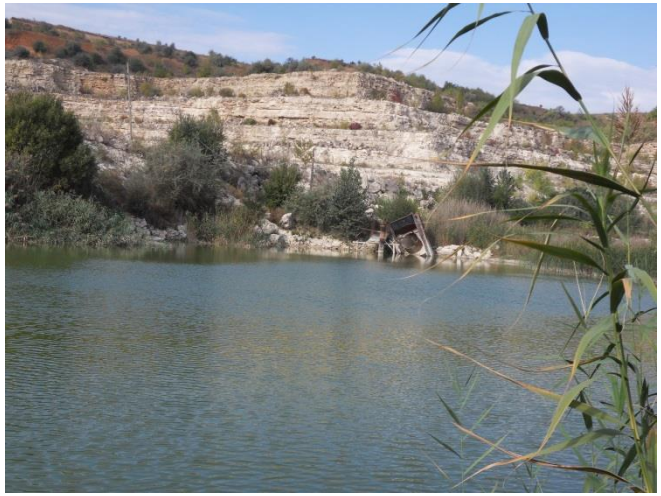
***Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia)**

***Lotus corniculatus* L. (ghizdeiul corniculat)**

***Ligustrum vulgare* L. (lemn-cânesc)**

***Sambucus ebulus* L. (boz)**

***Crataegus monogyna* Jacq. (păducelul)**



Zona umedă a carierei

***Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud (stuf)**

***Rosa canina* L. (măceşul)**

***Elaeagnus argentea* Pursh (măslinul sălbatic) în stadiul de fructificare**

Terasele din carieră

***Erigeron annuus* (L.) Pers.(bătrâniș)**

***Arctium lappa* L. (brusture)**

***Artemisia absinthium* L. (pelin alb)**

***Tussilago farfara* L.(podbal)**

DECLARAŢIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnata, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecinţele în conformitate cu legislaţia în vigoare.

Certan Corina

Semnătura

Data 2020

Curriculum vitae Europass

Informaţii personale

Nume / Prenume	Certan Corina
Adresă	str. Mircea cel Bătrân 20/3, ap. 68, or. Chişinău, Republica Moldova
Telefon	mob. 069333561
E-mail	certancorina@gmail.com
Naţionalitate	Republica Moldova
Data naşterii	29.08.1979
Sex	feminin

Locul de muncă vizat / Domeniul ocupaţional	Institutul de Ecologie şi Geografie Ecologie şi protecția mediului
Perioada	2012 – prezent, laboratorul „Ecourbanistică” Institutul de Ecologie şi Geografie
Funcţia sau postul ocupat	cercetător ştiinţific
Numele şi adresa angajatorului	Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei 1
Tipul activităţii sau sectorul de activitate	biodiversitate
Perioada Funcţia sau postul ocupat	2007–2012 laboratorul „Ecologia aşezărilor umane” Institutul de Ecologie şi Geografie cercetător ştiinţific
Tipul activităţii sau sectorul de activitate	biodiversitate
Perioada	2002–2007 laboratorul „Monitoring şi management ecologic” Institutul Naţional de Ecologie
Funcţia sau postul ocupat	cercetător ştiinţific
Tipul activităţii sau sectorul de activitate	biodiversitate, arii protejate
Perioada	2011–2015
Calificarea / diploma obţinută	diplomă de Licenţă
Disciplinele principale studiate / competenţe profesionale dobândite	farmacologie clinică, farmacognozie, chimie farmaceutică, chimie toxicologică, tehnologia farmaceutică, microbiologia, fitopatologia, etc.

Numele şi tipul instituţiei de învăţământ / furnizorului de formare	Universitatea din Tiraspol
Perioada	2003–2004
Calificarea / diploma obţinută	diplomă de Magistru
Disciplinele principale studiate / competenţe profesionale dobândite	Ecologia, managementul mediului, arii protejate etc.
Numele şi tipul instituţiei de învăţământ / furnizorului de formare	Universitatea de Stat din Moldova
Perioada	1999 -2003
Calificarea / diploma obţinută	diplomă de Licenţă
Disciplinele principale studiate / competenţe profesionale dobândite	botanica, chimia organică, chimia anorganică, chimia analitică, zoologia, biogeografia, ecologia generală, ecologia umană, pedologia, managementul şi dezvoltarea durabilă, genetica, filozofia, matematica superioară, etc.
Numele şi tipul instituţiei de învăţământ / furnizorului de formare	Universitatea de Stat din Moldova
Perioada	1994 – 1999
Calificarea / diploma obţinută	diplomă de studii superioare incomplete
Disciplinele principale studiate / competenţe profesionale dobândite	chimia, biologia, microbiologia, fizica, terapia, chirurgia, pediatria, igiena, boli infecţioase, obstetrica şi ginecologia etc.
Numele şi tipul instituţiei de învăţământ / furnizorului de formare	colegiul de Medicină din or. Ungheni

Aptitudini şi competenţe personale

Limba(i) străină(e) cunoscută(e)	1 limba rusă 2 limba franceză 3 limba engleză			
Autoevaluare	înţelegere		vorbire	
Nivel european (*)	ascultare	citire	participare la conversaţie	discurs oral
Limba 1	C2	C2	C2	C2
Limba 2	B1	C2	B1	B1
Limba 3	A2	A1	A2	A2

(*) Nivelul Cadrului European Comun de Referinţă Pentru Limbi Străine

Competenţe şi abilităţi sociale	spiritul de echipa
Competenţe şi aptitudini organizatorice	spirit organizațional

Competenţe şi aptitudini de utilizare a calculatorului	Microsoft Office (Word; Excel; Power Point, etc.), Internet Explorer şi e-mail.
Competenţe şi aptitudini artistice	muzică, dans.
Alte competenţe şi aptitudini	hobby – lectură, sport, călătorii.

Informaţii suplimentare

Proiecte

1. Impactul factorilor naturali şi antropici asupra geo şi ecosistemelor pe teritoriul rm în scopul perfecționării managementului resurselor naturale și conservării ariilor reprezentative.
2. Elaborarea metodologiei privind evaluarea impactului asupra mediului.
3. Elaborarea actelor normative privind utilizarea acumulatoarelor uzate cu conţinut de plumb şi utilizarea uleiurilor uzate în scopul realizării Hotărârii de Guvern № 973 din 18.10.2010.
4. Tehnologii de utilizare a nămolului din apele urbane uzate în comun cu alte deşeuri biodegradabile.
5. Studiul impactului activităților economice a Regiunii de dezvoltare economică Centru (bazinul r. Răut - arie pilot) în scopul protejării potențialului natural pentru asigurarea dezvoltării durabile.
6. Evaluarea stabilităţii ecosistemelor urbane şi rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile.

   Am participat în aceste proiecte ca executant.