

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГЕОЛОЖКИ МАТЕРИАЛИ ЗА ЦЕЛИТЕ НА РЕКУЛТИВАЦИЯТА

**Павел Павлов<sup>1</sup>, Мартин Банов<sup>2</sup>, Детлев Тондера<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София

<sup>2</sup> Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Никола Пушкарров", София

<sup>3</sup> TU – Минна академия, Фрайберг, Германия

**РЕЗЮМЕ.** Изследвани са геоложки и почвени материали от депо за складиране на хумусни и почвени материали на територията на летище София; насипи и почвени материали, депонирани при изграждането на строителни обекти на територията на гр. София и такива, насипани на депото за твърди отпадъци – с. Яна. В резултат от проведени теренни проучвания и получени аналитични резултати е установено, че изследваните почвени и земни насипи се характеризират с липса на токсични съдържания тежки метали и радионуклиди. Доказано е, че материалите са подходящи за извършване на техническа и биологична рекултивация. Препоръчва се подобряване на водно-физичните и биопродуктивните качества на повърхностния слой, чрез внасяне на минерални, органични торове или подходящи субстрати.

### SURVEY OF GEOLOGICAL MATERIALS FOR THE PURPOSE OF RECLAMATION

**Pavel Pavlov<sup>1</sup>, Martin Banov<sup>2</sup>, Detlev Tondera<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "S. Ivan Rilski", Sofia

<sup>2</sup> N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia

<sup>3</sup> TU – Bergakademie, Freiberg, Germany

**ABSTRACT.** Geological and soil materials from a depot for humus and soil materials in the airport, geological and soil materials collected at building construction sites on the territory of Sofia and those deposited on the site for solid waste (territory of Yana village) have been studied. As the result of the field research and obtained analytical results it was found that the test soil and geological materials are characterized by the absence of toxic heavy metal content and radionuclides. It has been shown that the materials are suitable for technical and biological reclamation. It has been recommended to improve the water-physical and fertility qualities of the surface layer by the using of mineral or organic fertilizers suitable substrates.

**Key words:** geological material, disturbed land, surface mining, biological regeneration, land reclamation.

### Увод

Оценяването на пригодността за рекултивация на разнообразните по състав и свойства, вторично отложени материали е сред актуалните и значими проблеми в областта на възстановяването, на нарушени земи. В най-общ аспект, оценката показва вариантите за поддръжане на геоложките материали при изпълнението на техническия етап на рекултивация.

Селективният подход при изграждането на рекултивирани земи е възможност за подобряване на техните характеристики и свойства и за намаляване разходите за рекултивация. Същевременно се избягва опасността от насипване на материали с токсични или неблагоприятни свойства в повърхностната част на насипищата. Тъй като този подход рядко намира приложение в практиката, рекултивирани терени се характеризират със силно хетерогенен състав, който затруднява разработването и провеждането на мероприятия за повишаване на тяхната продуктивност.

Изследването на различните депонирани материали има за задача да се установят най-подходящите по физични и химични свойства субстрати, с които може да се осъществява рекултивацията.

### Материал и методи

Изследвани са геоложки и почвени материали от следните обекти:

1. Депо за складиране на хумусни и почвени материали на територията на летище, гр. София.
2. Почвени материали, събрани при изграждането на строителни обекти на територията на гр. София.
3. Депонирани на насипищата за твърди отпадъци – с. Яна глини и почвени материали.

От описаните обекти са взети проби, които са анализирани по отношение на следните показатели:

- разпределение на механичните фракции (Качинский, 1958);
- съдържание на хранителни елементи за растенията – азот фосфор и калий (Bremner, 1965; Урумова, 1974; Иванов, П., 1984);
- съдържание на органично вещество (хумус) (Пономарьова, Плотнокова, 1975);
- реакция на средата (рН във вода и калиев хлорид) (Аринушкина, 1970);
- общо количество карбонати (Виленский, 1945; Николаев, 1962);
- съдържание на тежки метали – Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni и Cr (ISO 114 66: 1995).

Получените аналитични резултати са посочени в таблици №№ 1, 2 и 3.

На осреднени проби от отделните обекти беше извършено изпитване по отношение на широк набор от радиометрични показатели.

## Резултати

Изследваните материали не могат точно да бъдат причислени към определени почвени таксономични единици, поради антропогенното въздействие върху тях и същественото нарушение на естествените им механични, физични и химични свойства. Районът на разпространение е в интензивно развита промишлена зона, което налага да се извърши комплексна оценка на тяхните характеристики и свойства.

Представените в Таблица 1 данни показват, че по механичен състав отделните изследвани материали се характеризират с вариращи резултати, което потвърждава факта за силно антропогенно въздействие върху тях. Установяват се четири групи материали по отношение на разпределението на механичните фракции. Първата група е представена от пробите на летище София, които се отличават със съдържание на физична глина, предимно с каолинов състав, в границите от 24.9% до 32.7%. Това ги приобщава към леко до средно пясъчливо-глинести почви. Почвените материали, събрани при изграждането на строителни обекти на територията на гр. София се групират в две категории – рохкав пясък, при който преобладават фракциите на едрия и дребен пясък, а съдържанието на физична глина е около 3-4% (проби 5 и 6) и материали, отличаващи се със сравнително равномерно разпределени пясъчливи и прахови фракции,

при които съдържанието на физична глина е около 21% (проби 7 и 8).

Пробите от депото за твърди отпадъци – с. Яна - геологични и почвени материали са със силно вариращо съдържание на физична глина - от 25.2% до 55.2%, което е резултат от различния произход и време на депониране. Резултатите от направените агрохимични и химични анализи на пробите (Таблица 2) показват, че те могат да се разделят на три основни групи със следните свойства:

1. Почвената реакция на пробите от депото на летище София е слабо алкална. Съдържанието на органично вещество (хумус) определя изследваните материали като слабо запасени. Количеството на основните биогенни елементи е небалансирано, като за фосфора и азота е в ниската, а за калия – в много добрата степен на запасеност.

2. Геологичните и почвени материали, събрани при изграждането на строителни обекти на територията на гр. София се отличават с ясно изразена алкална реакция и бедно съдържание на органика. Фосфорът и азота почти отсъстват, а съдържанието на калия е в долната граница на средната запасеност.

3. Алкална реакция имат и пробите от материалите, депонирани на табана за твърди отпадъци – с.Яна. Съдържанието на органично вещество ги поставя в категорията на слабохумусните. Азотът е в ниска степен на запасеност, фосфора и калия в добра и много добра.

Аналитичните резултати за съдържание на тежки метали (таблица 3) в изследваните почви и геологични материали са оценени съгласно изискванията на Наредба №3 за норми за допустимо съдържание на вредни вещества в почвата и допълнението към нея. Като се вземе предвид, че почвената реакция във водна суспензия на пробите е > 7.00, то количеството на тежки метали е под приетите граници за пределно допустими концентрации (ПДК).

Таблица 1. Разпределение на механичните фракции в % към въздушно сухо състояние в изследваните геологични и почвени материали

№	Проба	Хигр. влага %	Размери на частиците в mm							
			Сума > 1	1- 0.25	0.25- 0.05	0.05- 0.01	0.01- 0.005	0.005- 0.001	<0.001	Сума <0.01
1.	Депото на летище – гр.София	4,02	12,6	20,0	21,4	13,6	12,2	7,5	13,0	32,7
2.	Депото на летище – гр.София	3,08	10,4	17,1	19,6	27,9	5,1	4,7	15,2	25,0
3.	Депото на летище – гр.София	3,53	9,3	18,4	19,2	27,6	5,6	4,9	14,9	25,4
4.	Депото на летище – гр.София	3,98	9,5	18,9	18,9	26,8	6,3	5,1	13,5	24,9
5.	Геол. матер. – гр. София	1,41	0,5	57,4	34,8	3,9	1,0	1,5	0,9	3,4
6.	Геол. матер. – гр. София	1,39	0,7	55,3	36,7	3,8	1,2	1,4	1,4	4,0
7.	Геол. матер. – гр. София	4,43	2,4	20,4	39,2	16,6	12,4	5,0	4,0	21,4
8.	Геол. матер. – гр. София	3,23	2,0	19,9	40,1	16,1	12,0	5,4	4,3	21,7

9.	Депонирани на насипище геол. материали	3,12	9,4	18,1	19,6	27,9	5,2	4,9	15,1	25,2
10.	Депонирани на насипище геол. материали	4,10	22,6	31,0	0,4	13,6	12,5	7,2	12,7	32,4
11.	Депонирани на насипище геол. материали	3,43	12,5	24,2	0,6	9,5	13,3	9,4	30,5	53,2
12.	Депонирани на насипище геол. материали	2,51	18,1	39,7	3,3	7,3	11,1	4,3	16,2	31,6
13.	Депонирани на насипище геол. материали	3,03	8,1	26,5	7,9	12,4	12,9	8,4	23,8	45,1
14.	Депонирани на насипище геол. материали	3,84	5,8	20,7	5,7	12,6	16,3	7,0	31,9	55,2

Таблица 2. Агрехимични и химични показатели на изследваните геологични и почвени материали

№	Проба	pH		N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Карбонати %	Хумус %
		H <sub>2</sub> O	KCL	mg/kg почва		mg/100 g почва			
1.	Депонирани на летище – гр.София	7.5	6.9	6.99	4.33	4.8	20.6	0.0	1.32
2.	Депонирани на летище – гр.София	7.4	6.7	5.72	4.21	5.1	21.6	0.0	1.40
3.	Депонирани на летище – гр.София	7.5	6.8	6.54	5.30	5.5	19.6	0.0	1.27
4.	Депонирани на летище – гр.София	7.5	6.8	6.20	4.65	5.1	20.6	0.0	1.30
5.	Геол. матер. – гр.София	8.5	7.5	3.34	1.99	2.4	16.7	0.0	1.17
6.	Геол. матер. – гр.София	8.4	7.5	3.21	2.25	2.1	15.6	0.0	1.20
7.	Геол. матер. – гр.София	8.4	7.0	4.33	2.33	1.6	13.3	0.0	0.21
8.	Геол. матер. – гр.София	8.5	7.3	3.53	2.36	1.1	12.6	0.0	0.19
9.	Депонирани на насипище геол. материали	7.8	5.9	4.23	3.56	8.5	20.6	0.0	1.58
10.	Депонирани на насипище геол. материали	8.7	7.3	5.99	4.99	25.3	23.1	0.0	2.16
11.	Депонирани на насипище геол. материали	8.4	7.0	5.87	2.39	20.3	27.0	0.0	1.72
12.	Депонирани на насипище геол. материали	7.9	6.1	4.33	3.56	8.5	20.6	0.0	1.54
13.	Депонирани на насипище геол. материали	8.6	7.2	5.90	4.89	9.2	21.1	0.0	2.16
14.	Депонирани на насипище геол. материали	7.6	7.0	4.33	1.66	18.9	23.8	0.0	1.32

Таблица 3. Съдържание на тежки метали в изследваните геологични и почвени материали

№	Проба	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg
1.	Депо на летище – гр.София	19,8	38,0	13,8	<0,50	9,00	14,3	17,8
2.	Депо на летище – гр.София	17,6	36,0	11,3	<0,50	9,20	15,1	16,3
3.	Депо на летище – гр.София	18,9	37,5	12,6	<0,50	8,90	15,3	18,2
4.	Депо на летище – гр.София	19,2	38,1	14,2	<0,50	9,20	16,5	17,6
5.	Геол. матер. – гр. София	3,50	14,3	<2,00	<0,50	<2,50	4,50	5,50
6.	Геол. матер. – гр. София	2,60	13,3	<2,00	<0,50	<2,50	3,60	6,10
7.	Геол. матер. – гр. София	4,30	17,2	<2,00	<0,50	<2,50	4,30	6,20
8.	Геол. матер. – гр. София	3,40	15,1	<2,00	<0,50	<2,50	4,20	5,60
9.	Депонирани на насипище геол. материали	43,3	123	61,5	<0,50	19,8	42,0	35,0
10.	Депонирани на насипище геол. материали	25,5	46,0	7,75	<0,50	8,50	10,0	15,8
11.	Депонирани на насипище геол. материали	28,9	98,0	8,95	<0,50	9,50	7,50	16,5
12.	Депонирани на насипище геол. материали	33,1	83,5	7,65	<0,50	8,50	7,50	14,7
13.	Депонирани на насипище геол. материали	38,7	111	9,15	<0,50	8,00	10,0	15,5
14.	Депонирани на насипище геол. материали	41,5	105	8,25	<0,50	8,50	9,50	14,5

Проведените изследвания за съдържание на радионуклиди показват отсъствие на токсични количества уран-235, уран-238, цезий-137, калий-40, актиний-228, бисмут-214 и олово-214 ("Основни норми за радиационна защита", 2001).

Направените изводи показват, че почвените и геологични материали и от трите обекта могат да се използват за целите на техническата рекултивация.

## Заклучение

В резултат от проведените изследвания могат да се направят следните изводи и заключения:

1. Анализирани материалите от депото на територията на летище, гр. София, събраните при изграждането на строителни обекти на територията на гр. София и депонираните на депото за твърди отпадъци – с. Яна се характеризират с липса на токсични съдържания тежки метали и радионуклиди.

2. Изследваните материали са подходящи за извършване на техническа и биологична рекултивация на табана за твърди отпадъци – с. Яна при спазване на останалите изисквания, посочени в проекта.

3. Препоръчва се подобряване на водно-физичните и биопродуктивните качества на повърхностния слой, чрез внасяне на минерални, органични торове или подходящи субстрати.

## Литература

- Аринушкина, Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв.
- Виленский, Д. Г. 1945. Агрегация почв, ее территория и практическое приложение. Изд. АН. М-Л.
- Иванов, П., 1984. Нов ацетатно-лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата. *Почвознание и Агрехимия*. кн. 4. с.88-98.
- "Инструкция за определяне на вида и степента на замърсяването на земеделските земи по землища и

- режима на тяхното използване". 1994. Приложение №2, към чл.6 ал.1 и ал.2., МЗ.
- Качинский, Н.А. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения.
- Наредба №26 за рекултивация на нарушени терени, подобряване на слабопродуктивни земи, отнемане и оползотворяване на хумусния пласт, обн., ДВ, бр. 89, от 22 октомври 1996 г., изм. и доп., ДВ, бр. 30, от 2002 г.
- Наредба № 3 за норми за допустимо съдържание на вредни вещества в почвата. Обн. ДВ., бр. 36 от 08.05.1979 г., Изм. ДВ., бр. 71 от 12.08.2008 г.
- Наредба за допълнение на Наредба №3 за норми, за допустимо съдържание на вредни вещества в почвата.
- Николаев, А. В. 1962. Рациональный метод определения микроагрегатного состава почв. "Сельское хозяйство Таджикистана".
- Пономарьова В. В., Т. А. Плотникова. 1975. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных).
- Урмова А. 1974. Метод за разлагане на пробите при определяне на общ азот и общ фосфор в почвата, сп. Почвознание и агрохимия, кн.5.
- Bremner, J. M. 1965. Inorganic Forms of Nitrogen. In: C. A. Black et al., (Eds.). Methods of Soil Analyses. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. № 9, Agronomy. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 1179-1237.
- ISO 114 66: 1995. Extraction of trace elements soluble in aqua regia.
- "Основни норми за радиационна защита" (ОНРЗ - 2000) на КИАЕМЦ, утвърдени с Постановление № 5 на МС на Република България от 10.01. 2001 г., обн. ДВ, бр. 5 от 2001 г.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Подземно строителство“.