

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КОРОЛЬ КАТЕРИНА АНАТОЛІЇВНА**

УДК 504.064

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ СМІТТЄЗВАЛИЩ ТУРИСТИЧНО-  
РЕКРЕАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

101 – Екологія

10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів

мають посилання на відповідне джерело \_\_\_\_\_ К. А. Король

Науковий керівник **Попович Василь Васильович**, доктор технічних наук,  
професор

Львів 2023

## АНОТАЦІЯ

*Король К.А.* Екологічний моніторинг сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 — Екологія. — Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Львів, 2023.

Дисертаційна робота присвячена екологічному моніторингу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області (Стрийського, Бориславського, Броницького) враховуючи специфіку туристичного регіону.

У дисертації наведено класифікацію відходів, їхнє походження та властивості, аналізу для визначення оптимальних стратегій поводження з відходами в умовах туристичного регіону.

Здійснено аналіз фізико-хімічних властивостей субстратів сміттєзвалищ, їхній вплив на довкілля

Встановлено, що сміттєзвалища призводять до забруднення ґрунту, повітря та водойм. Досліджувані сміттєзвалища містять велику кількість харчових відходів та паперу, що свідчить про неефективну систему сортування та переробки відходів. Виявлено проблеми рециклінгу металевих відходів, скла, полімерів.

У дослідженні доведено необхідність впровадження стратегій з управління відходами, спрямованих на зменшення кількості утворюваних відходів та їхню ефективну переробку. Покращення екологічної ситуації вимагає вдосконалення системи сортування та рециклінгу, підтримку свідомого споживання та впровадження інноваційних технологій управління відходами.

Дисертація спрямована на внесення позитивного вкладу в розвиток екологічної свідомості та сталого туризму в регіоні, а також може слугувати основою для подальших досліджень об'єктів накопичення сміття в туристично-рекреаційних комплексах.

Аналізуючи вмісту іонів важких металів в неорельєфі сміттєзвалищ була висока присутність на ділянці із західного боку Бориславського сміттєзвалища (найвищий): Fe (16,06-19,72 мг/кг), Cu (0,37-0,43 мг/кг), Cd (0,003-0,003 мг/кг). Там же вміст біогенних елементи наступний: Si (43-58,2 мг/кг), P (782,4-995,5 мг/кг), Ca (88,6-104,7 мг/кг), Mn (1,7-2,7 мг/кг). У субстраті дослідної ділянки східного боку Стрийського сміттєзвалища вміст хімічних елементів наступний: Fe (27,97-18,98 мг/кг), Ni (0,09-0,21 мг/кг), Zn (0,19-0,14 мг/кг), Pb (0,1-0,05 мг/кг), Al (2-1,6 мг/кг), P (718,1-652,5 мг/кг), Mn (3,5-2,5 мг/кг), Ga (0,01 мг/кг), La (0,04-0,02 мг/кг), Cr (0,013-0,009 мг/кг), Ge (0,214-0,551 мг/кг), Cd (0,02-0,014 мг/кг), Nd (0,037-0,017 мг/кг), Th (0,016-0,009 мг/кг).

Під час аналізу фізичних властивостей субстратів на глибині 5 см спостерігався найвищий рівень вологості (25%), причиною чого слугує вплив атмосферних опадів та висока вологоутримуюча здатність. У горизонті на глибині 10 см вологість зменшувалася, а у горизонті 15 см спостерігалась значна сухість ґрунту. Вищий був і рівень органічних речовин і мікроелементів (N, P, K). Зменшення концентрацій яких на глибині 10 та 15 см пов'язане з активністю мікроорганізмів та перебігом біологічних процесів.

Інтенсивність росту і розвитку експериментальних тест-культур, що свідчила про токсичність неорельєфу сміттєзвалищ. Найвища динаміка проростання спостерігалась у зразках із північних та південних ділянок. Найнижча динаміка росту і розвитку тест-культур фіксувалася на східних та західних ділянках, що пов'язано з вищим рівнем забруднення ґрунту.

Висока температура на сміттєзвалищі сприяє інтенсифікації розкладу органіки, але водночас збільшує шкідливий вплив токсичних речовин. Усі три сміттєзвалища мають середні температури в діапазоні +24°C – +32°C. На Бориславському сміттєзвалищі, середня температура в межах +22°C – +28°C. На Стрийському сміттєзвалище дещо вища - від +24°C до +29°C. На Броницькому середня температура знаходилась у межах від +25°C до +32°C.

Встановлено значне забруднення іонами важких металів (Pb, Cd, Cu, Co) кореневих систем дерев досліджуваних сміттєзвалищ: іонами Pb - *Acer negundo*

L., *Populus nigra* L, на південному боці - *Fagus sylvatica* L., *Malus sylvestris* Mill., західній стороні - *Salix cinerea* L., *Carpinus betulus* L., на північному боці - *Malus sylvestris* Mill, *Prunus spinosa* L., в центральній частині - *Populus nigra* L., *Salix alba* L. Вміст іонів Cd перевищує нормативи з південного боку у *Fagus sylvatica* L., *Malus sylvestris* Mill., з західного боку в *Carpinus betulus* L., в центральній частині - *Salix alba* L., з південної сторони - *Malus sylvestris* Mill., з східної сторони у *Acer negundo* L., *Populus nigra* L. Вміст іонів Co перевищував норматив з західного боку у *Salix cinerea* L., з західного боку у *Carpinus betulus* L., з південного боку у *Malus sylvestris* Mill., з східного боку у *Populus nigra* L.

Рослини на сміттєзвалищах проявляють фізіологічну стійкість до умов середовища, зокрема, вони більш адаптовані до впливу токсичних речовин, високих концентрацій розчинених солей. Це впливає на їхні біометричні параметри. Висота рослин на Броницькому сміттєзвалищі була меншою в 2 рази, порівняно з контрольною групою. Ділянки, які були під прямими сонячним випромінюваннями, мали вищі значення росту рослин, швидкості фотосинтезу та розвитку кореневої системи порівняно з іншими ділянками, які були піддані впливу фотолізу. Ділянки, які були притінені вищою рослинністю проявляли нижчі значення фізіологічних показників.

Аналіз наявного на час дослідження рослинного покриву сміттєзвалища, показав диференціацію показників коефіцієнтів фітомеліоративної ефективності ( $K_{FM}$ ): ділянка №1 (західний бік) – 4,5; ділянка №2 (північний бік) – 4,0; ділянка №3 (східний бік) – 5,0; ділянка №4 (південний бік) – 5,5; ділянка №5 (центр) – 2,1 і ділянка №6 (контроль) – 6,55. Таким чином територія сміттєзвалища володіє фітомеліоративним потенціалом для проведення подальших рекультиваційних робіт з метою зниження негативного впливу на довкілля.

Проаналізовані у лабораторних умовах фізико-хімічні показники снігу на сміттєзвалищах, свідчать про забруднення атмосферних опадів шкідливими поллютантами. Звідси необхідним є прийняття заходів із забезпечення ефективного управління відходами та зменшення негативного впливу

сміттєзвалищ на довкілля. Особливо це стосується територій із об'єктами туристично-рекреаційної інфраструктури.

**Ключові слова:** абіотичні фактори, біоіндикація, важкі метали, властивості ґрунтів, гідрохімічні показники, екологічна безпека, екологічний збиток, забруднення, землекористування, математична модель, міграція, побутові відходи, сільськогосподарська промисловість, сміттєзвалище, сорбенти.

### Список публікацій здобувача

#### Публікації, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Popovych V., Petrushka I., Stepova K., **Korol K.**, Popovych N. Solid waste management as part of sustainable development of Lviv (Ukraine). *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2021. 22(5). 12-17  
<https://doi.org/10.12912/27197050/139785> (Scopus)

*Особистий внесок – аналіз міжнародних джерел, постановка проблеми.*

2. Popovych V., Malovanyu M., Prydatko O., Popovych N., Petlovanyi M., **Korol K.**, Lyn A., Bosak P., Korolova O. Technogenic impact of acid tar storage ponds on the environment: a case study from Lviv, Ukraine. *Ecologia Balkanica* 2021. 13(1). 35-44 (Scopus)

*Особистий внесок – аналіз міжнародних джерел, формування висновків.*

3. **Korol K.**, Popovych V., Pinder V., Shyplat T., Bosak P. Chemical content of landfill neoreliefs in the territory of the subcarpathia forestry district of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering* 2022. 23(12). 233-253  
<https://doi.org/10.12911/22998993/153457> (Scopus)

*Особистий внесок – постановка завдання, відбір проб, аналітичне дослідження в лабораторії.*

4. **Korol K.**, Popovych V. Spectral analysis method for distinguishing heavy metals pollution in the pioneer vegetation of landfills located within the prikarpatian

geobotanical district of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. 24(1). 29-37 <https://doi.org/10.12912/27197050/154910> (Scopus)  
*Особистий внесок – постановка завдання, відбір проб, аналітичне дослідження в лабораторії, формування висновків.*

5. Босак П., Луцик А., **Король К.** (2019) Екологічна характеристика річок у Славському Львівської області. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 20. 80-84. <https://doi.org/10.32447/20784643.20.2019.11>  
*Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формування висновків.*

6. Мотрич С., **Король К.**, Попович В. (2019) Чинники впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку. Екологічні науки. 1(28) 378 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.28>  
*Особистий внесок – відбір проб, аналітичне опрацювання.*

7. **Король К.А.** (2022) Фізико-хімічні властивості талого снігу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. Екологічні науки 2(41) <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.30>  
*Особистий внесок – відбір проб, опрацювання результатів, формування висновків.*

#### **Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

8. **Кінчеші К.А.** Вплив сміттєзвалища на туристично-рекреаційні об'єкти. *Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека, як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід та перспективи"* (м.Львів, ЛДУБЖД. 2018 р.) 2018. С. 276.  
*Особистий внесок – аналіз джерел, постановка проблеми.*

*Особистий внесок – аналіз джерел, постановка проблеми.*

9. **Король К.А.**, Попович В.В. Екологічна небезпека побутових відходів на території туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика"*. (м. Хмельницький, 2019 р.) 2019. с. 19.

*Особистий внесок – аналіз джерел, постановка проблеми.*

10. **Король К.А.** Екологічна небезпека складування відходів на території рекреаційних об'єктів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації з нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого"*. (м. Львів 2019 р.) 2019. С. 249.

*Особистий внесок – аналіз літературних джерел, аналітичне опрацювання, формування висновків.*

11. **Король К.А.** Проблеми твердих побутових відходів в туристично-рекреаційній галузі Львівської області. *Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу"*. (м. Львів, 2019 р.) 2019. С. 95.

*Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів, формування висновків.*

12. **Король К.А., Попович В.В.** Фізико-хімічні властивості едафотопів у зоні впливу Броницького сміттєзвалища рекреаційного комплексу Львівської області. *Матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму "Сталий розвиток – стан та перспективи"*. (Львів - Славське, Україна 2020 р.) 2020. С. 98-101.

*Особистий внесок – відбір проб, аналітичне опрацювання, опрацювання результатів.*

13. **Король К.А., Попович В.В.** Стан полігонів твердих побутових відходів у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. *Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень»* Луцьк. (12–13 травня 2021 року) С.89.

*Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формування висновків.*

14. **Король К.А., Хомутник З.М.** Вплив відходів фармацевтичної продукції на стан довкілля. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний*

*молодіжний конгрес, Збірник матеріалів. Національний університет «Львівська політехніка». (02-03 березня 2023, Україна, Львів) 2023. С.30.*

*Особистий внесок – опрацювання результатів, формування висновків.*

15. Котяш І.О., **Король К.А.** Екологічна проблема сміттєзвалищ на території України. *Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення. Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю.* Львів. ЛДУ БЖД. 2022. С.412.

*Особистий внесок – формування висновків.*

16. **Король К.А.** Оцінка стану полігонів твердих побутових відходів в туристично-рекреаційних зонах Львівської області. *IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» 2021.* Львів. ЛДУБЖД. С.76-78.

*Особистий внесок – аналіз літературних джерел, відбір проб, формування висновків.*



## ABSTRACTS

*Korol K.A.* Ecological monitoring of landfills of the tourist and recreational complex of the Lviv region.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in speciality 101 - Ecology.  
- Lviv State University of Life Safety of the State Emergency Service of Ukraine, Lviv, 2023.

The dissertation is devoted to the environmental monitoring of landfills in the tourist and recreational complex of Lviv region (Stryi, Boryslav, Bronitske), taking into account the specifics of the tourist region.

The thesis provides a classification of waste, its origin and properties, and analyses to determine optimal waste management strategies in a tourist region.

The physical and chemical properties of landfill substrates and their impact on the environment are analysed

It was found that landfills lead to soil, air and water pollution. The studied landfills contain a large amount of food waste and paper, which indicates an inefficient waste sorting and recycling system. Problems of recycling of metal waste, glass, and polymers have been identified.

The study proves the need to implement waste management strategies aimed at reducing the amount of waste generated and its efficient recycling. Improving the environmental situation requires improving the sorting and recycling system, supporting conscious consumption and introducing innovative waste management technologies.

The thesis is aimed at making a positive contribution to the development of environmental awareness and sustainable tourism in the region, and can also serve as a basis for further research on waste accumulation facilities in tourist and recreational complexes.

Analysing the content of heavy metal ions in the neo-topography of the landfills, there was a high presence of heavy metals in the area on the western side of the Boryslav landfill (the highest): Fe (16.06-19.72 mg/kg), Cu (0.37-0.43 mg/kg), and Cd (0.003-0.003 mg/kg). The content of nutrients is as follows: Si (43-58.2

mg/kg), P (782.4-995.5 mg/kg), Ca (88.6-104.7 mg/kg), Mn (1.7-2.7 mg/kg). The substrate of the experimental site on the eastern side of the Stryi landfill contains the following chemical elements: Fe (27.97-18.98 mg/kg), Ni (0.09-0.21 mg/kg), Zn (0.19-0.14 mg/kg), Pb (0.1-0.05 mg/kg), Al (2-1.6 mg/kg), P (718.1-652.5 mg/kg), Mn (3.5-2.5 mg/kg), Ga (0, 01 mg/kg), La (0.04-0.02 mg/kg), Cr (0.013-0.009 mg/kg), Ge (0.214-0.551 mg/kg), Cd (0.02-0.014 mg/kg), Nd (0.037-0.017 mg/kg), Th (0.016-0.009 mg/kg).

During the analysis of the physical properties of the substrates, the highest level of moisture (25%) was observed at a depth of 5 cm, which is caused by the influence of precipitation and high moisture retention capacity. In the horizon at a depth of 10 cm, the moisture content decreased, and in the horizon of 15 cm, significant soil dryness was observed. The level of organic matter and trace elements (N, P, K) was also higher. The decrease in their concentrations at a depth of 10 and 15 cm is associated with the activity of microorganisms and the course of biological processes.

The intensity of growth and development of experimental test cultures, which indicated the toxicity of the landfill neo-relief. The highest dynamics of germination was observed in samples from the northern and southern areas. The lowest dynamics of growth and development of test crops was recorded in the eastern and western areas, which is associated with a higher level of soil contamination.

The high temperature at the landfill intensifies the decomposition of organic matter, but also increases the harmful effects of toxic substances. All three landfills have average temperatures between +24°C and +32°C. At Boryslav landfill, the average temperature is between +22°C and +28°C. At the Stryi landfill, the temperature is slightly higher - between +24°C and +29°C. At Bronitske, the average temperature ranged from +25°C to +32°C.

Significant contamination with heavy metal ions (Pb, Cd, Cu, Co) of the root systems of trees of the studied landfills was found: Pb ions - *Acer negundo* L, *Populus nigra* L., on the southern side - *Fagus sylvatica* L., *Malus sylvestris* Mill., on the western side - *Salix cinerea* L., *Carpinus betulus* L., on the northern side - *Malus*

*sylvestris* Mill, *Prunus spinosa* L., in the central part - *Populus nigra* L, *Salix alba* L. The content of Cd ions exceeds the norms on the southern side in *Fagus sylvatica* L., *Malus sylvestris* Mill, on the western side in *Carpinus betulus* L., in the central part - *Salix alba* L., on the southern side - *Malus sylvestris* Mill, on the eastern side in *Acer negundo* L., *Populus nigra* L. The content of Co ions exceeded the standard on the western side in *Salix cinerea* L., on the western side in *Carpinus betulus* L., on the southern side in *Malus sylvestris* Mill. and on the eastern side in *Populus nigra* L.

Plants at landfills show physiological resistance to environmental conditions, in particular, they are more adapted to the effects of toxic substances and high concentrations of dissolved salts. This affects their biometric parameters. The height of plants at the Bronitske landfill was 2 times lower than in the control group. Plots that were exposed to direct sunlight had higher values of plant growth, photosynthesis rate and root development compared to other areas that were exposed to photolysis. The plots that were shaded by taller vegetation showed lower values of physiological parameters.

The analysis of the landfill vegetation cover available at the time of the study showed a differentiation in the phytomelioration efficiency coefficients (KFM): Site No. 1 (west side) - 4.5; Site No. 2 (north side) - 4.0; Site No. 3 (east side) - 5.0; Site No. 4 (south side) - 5.5; Site No. 5 (centre) - 2.1 and Site No. 6 (control) - 6.55. Thus, the landfill area has phytomelioration potential for further reclamation work to reduce the negative impact on the environment.

The physical and chemical parameters of snow at landfills analysed in the laboratory indicate that atmospheric precipitation is contaminated with harmful pollutants. Therefore, it is necessary to take measures to ensure effective waste management and reduce the negative environmental impact of landfills. This is especially true for areas with tourist and recreational infrastructure.

**Keywords:** abiotic factors, bioindication, heavy metals, soil properties, hydrochemical parameters, environmental safety, environmental damage, pollution, land use, mathematical model, migration, household waste, agricultural industry, landfill, sorbents.

## List of publications of the applicant

### Publications in which the main scientific results of the dissertation were published:

1. Popovych V., Petrushka I., Stepova K., **Korol K.**, Popovych N. Solid waste management as part of sustainable development of Lviv (Ukraine). *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2021. 22(5). 12-17 <https://doi.org/10.12912/27197050/139785> (**Scopus**)

*Personal contribution - analysis of international sources, problem statement.*

2. Popovych V., Malovanyy M., Prydatko O., Popovych N., Petlovanyi M., **Korol K.**, Lyn A., Bosak P., Korolova O. Technogenic impact of acid tar storage ponds on the environment: a case study from Lviv, Ukraine. *Ecologia Balkanica* 2021. 13(1). 35-44 (**Scopus**)

*Personal contribution - analysis of international sources, formulation of conclusions.*

3. **Korol K.**, Popovych V., Pinder V., Shyplat T., Bosak P. Chemical content of landfill neoreliefs in the territory of the subcarpathian forestry district of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering* 2022. 23(12). 233-253 <https://doi.org/10.12911/22998993/153457> (**Scopus**)

*Personal contribution - setting the task, sampling, analytical study in the laboratory.*

4. **Korol K.**, Popovych V. Spectral analysis method for distinguishing heavy metals pollution in the pioneer vegetation of landfills located within the Prikarpatian geobotanical district of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. 24(1). 29-37 <https://doi.org/10.12912/27197050/154910> (**Scopus**)

*Personal contribution - setting the task, sampling, analytical research in the laboratory, formulation of conclusions.*

5. Bosak P., Lutsyk A., **Korol K.** (2019) Ecological characteristics of rivers in Slavske, Lviv region. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*. 20. 80-84. <https://doi.org/10.32447/20784643.20.2019.11>

*Personal contribution - analysis of literature sources, formulation of conclusions.*

6. Motrych S., **Korol K.**, Popovych V. (2019) Factors of influence of the Bronitske landfill in Lviv region on regional environmental safety. *Ecological Sciences*. 1(28) 378 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.28>

*Personal contribution - sampling, analytical processing.*

7. **Korol K.A.** (2022) Physical and chemical properties of melted snow of landfills of the tourist and recreational complex of Lviv region. *Ecological Sciences* 2(41) <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.30>

*Personal contribution - sampling, processing of results, formulation of conclusions.*

#### **Publications certifying the approval of the dissertation materials:**

8. **Kincheshi K.A.** The impact of landfill on tourist and recreational facilities. *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Environmental safety as a basis for sustainable development of society. European Experience and Prospects"* (Lviv, LSUBZhD. 2018) 2018. C. 276.

*Personal contribution - analysis of sources, problem formulation.*

9. **Korol K.A.**, Popovych V.V. Ecological hazard of household waste on the territory of the tourist and recreational complex of Lviv region. *Materials of the International Scientific and Practical Conference "Podilski readings. Ecology, Environmental Protection, Conservation of Biotic and Landscape Diversity: Science, Education, Practice"* (Khmelnyskyi, 2019). 2019. p. 19.

*Personal contribution - analysis of sources, problem statement.*

10. **Korol K.A.** Ecological hazard of waste storage on the territory of recreational facilities. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Current state and prospects for the development of landscape architecture,*

*gardening, urban ecology and phytomelioration on the occasion of the 80th anniversary of Professor V.P. Kucheryavyi" (Lviv 2019). 2019. C. 249.*

*Personal contribution - analysis of literary sources, analytical processing, formulation of conclusions.*

11. **Korol K.A.** Problems of solid household waste in the tourist and recreational industry of Lviv region. *Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference "Ecological Safety of Tourist and Recreational Facilities."* (Lviv, 2019) 2019. C. 95.

*Personal contribution - analysis of literary sources, processing of results, formulation of conclusions.*

12. **Korol K.A.,** Popovych V.V. Physical and chemical properties of edaphotopes in the zone of influence of the Bronitsk landfill of the recreational complex of Lviv region. *Proceedings of the II International Scientific Symposium "Sustainable Development - State and Prospects."* (Lviv - Slavske, Ukraine 2020) 2020. C. 98-101.

*Personal contribution - sampling, analytical processing, analysis of results.*

13. **Korol K.A.,** Popovych V.V. The state of solid household waste landfills in the tourist and recreational complex of Lviv region. *Materials of the XV International Scientific and Practical Conference of Postgraduate Students and Students "Young Science of Volyn: Priorities and Prospects for Research"* Lutsk. (12-13 May 2021) P.89.

*Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of conclusions.*

14. **Korol K.A.** The impact of pharmaceutical waste on the environment. *Sustainable development: environmental protection. Energy saving. Balanced nature management. VIII International Youth Congress, Collection of materials.* Lviv Polytechnic National University (02-03 March 2023, Ukraine, Lviv) 2023. C.30.

*Personal contribution - processing of results, formulation of conclusions.*

15. Kotyash I.O., **Korol K.A.** Ecological problem of landfills in Ukraine. *Actual problems of fire safety and prevention of emergencies in the present-day conditions.*

*Collection of scientific works of the All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation. Lviv. LSU BZHD. 2022. C.412.*

*Personal contribution - formulation of conclusions.*

16. **Korol K.A.** Assessment of the state of solid household waste landfills in tourist and recreational areas of Lviv region. *IV International Scientific and Practical Conference "Environmental Safety as a Basis for Sustainable Development of Society. European experience and prospects" 2021. Lviv. PP. 76-78.*

*Personal contribution - analysis of literature sources, sampling, formulation of conclusions.*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	18
ВСТУП.....	19
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ</b>	
СМІТТЄЗВАЛИЩ.....	24
1.1. Екологічні передумови дослідження сміттєзвалищ.....	24
1.2. Поводження з відходами за кордоном.....	32
1.3. Поводження з відходами в Україні.....	35
1.4. Природна фітомеліорація сміттєзвалищ .....	40
Висновки до Розділу 1 .....	42
<b>РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИ, ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОБНІ ПЛОЩІ .....</b>	
2.1. Програма досліджень.....	43
2.2. Методи дослідження .....	45
2.3. Пробні площі .....	50
2.3.1. Броницьке сміттєзвалище .....	50
2.3.2. Бориславське сміттєзвалище .....	52
2.3.3. Стрийське сміттєзвалище.....	54
Висновки до Розділу 2 .....	57
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО РЕГІОНУ ...</b>	
3.1. Клімат та мікроклімат.....	58
3.2. Рослинність .....	61
3.3 Ґрунти та ґрунтотворні породи в регіоні .....	63
3.4 Морфологічний склад сміттєзвалищ в досліджуваному регіоні.....	64
Висновки до Розділу 3 .....	74
<b>РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СМІТТЄЗВАЛИЩ У МЕЖАХ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ОКРУГУ .....</b>	
4.1. Фізико-хімічні властивості неорельєфу сміттєзвалищ .....	76
4.1. Фізико-хімічні властивості неорельєфу Броницького сміттєзвалища ..	76
4.1.2 Фізико-хімічні властивості неорельєфу Бориславського сміттєзвалища .....	91



	17
4.1.3 Фізико-хімічні властивості неорельєфу Стрийського сміттєзвалища	105
4.2.1 Хімічні показники субстратів Броницького сміттєзвалища.....	123
4.2.2 Хімічні показники субстратів Стрийського сміттєзвалища.....	128
4.2.3 Хімічні показники субстратів Бориславського сміттєзвалища.....	134
4.3. Токсичність неорельєфу за реакцією тест-рослин.....	144
4.4. Режими вологості в субстратах сміттєзвалища .....	156
4.5. Температурні режими сміттєзвалищ.....	160
4.6. Вміст важких металів у піонерній рослинності сміттєзвалищ.....	164
4.7. Фізіологічна стійкість рослинності сміттєзвалищ.....	171
4.7.1. Броницьке сміттєзвалище .....	172
4.7.2. Бориславське сміттєзвалище .....	174
4.7.3. Стрийське сміттєзвалище.....	175
4.8.1. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Броницького сміттєзвалища.....	177
4.8.2. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Бориславського сміттєзвалища.....	184
4.8.3. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Стрийського сміттєзвалища.....	190
4.9. Фітомеліоративна ефективність рослинного покриву на сміттєзвалищах .....	197
Висновки до Розділу 4 .....	202
ВИСНОВОКИ.....	204
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	207
ДОДАТКИ.....	227

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ**

БСК – біохімічне споживання кисню

ГДК – гранично-допустима концентрація

ГІС – геоінформаційні системи

ДЗЗ – дистанційне зонування Землі

ССЗ – сміттєспалювальний завод

ПАР — поверхнево активні речовини

ТПВ – тверді побутові відходи

ХСК – хімічне споживання кисню

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Проблема сміттєзвалищ та їх вплив на довкілля стає все більш актуальною. Збільшення туристичних потоків в окремих регіонах призводить до збільшення обсягів відходів та негативного впливу на природні екосистеми. Львівська область має багатий природний потенціал та історичну спадщину, що робить її привабливою для туристів.

Сміттєзвалища в рекреаційних зонах є серйозним джерелом екологічних проблем та загроз для довкілля і біоти. Акумуляування великого обсягу відходів сприяє забрудненню ґрунтів та водойм, викликає хімічні реакції, які мають негативний вплив на структуру та функції екосистеми. Деградація біорізноманіття та руйнація природних місць відпочинку є наслідками зростання сміттєзвалищ. Накопичення відходів сприяє розмноженню шкідливих мікроорганізмів та поширенню інфекційних захворювань. Токсичні речовини, які утворюються в результаті спалювання сміття впливають на якість повітря та фізіологічний стан лісів, що є негативним чинником для екологічної безпеки у рекреаційних зонах.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана в контексті пріоритетних напрямів державної політики України у сфері сталого розвитку, охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів, які визначені Законом України «Про відходи», Постановою Верховної Ради України «Про стан виконання законодавства у сфері поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення», Постановами Кабінету Міністрів України «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами» та «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року».

Дисертаційна робота виконувалася в рамках науково-дослідної роботи «Техногенно-екологічна безпека породних відвалів вугільних шахт, полігонів твердих побутових відходів та пірогенно трансформованих територій» (державний реєстраційний номер 0121U113363), де автор є відповідальним

виконавцем, а також в проєкті DAAD «EcoMining: розроблення інтегрованої програми аспірантів для сталої гірничовидобувної та екологічної діяльності» під час проходження академічної мобільності в Фрайберзькій гірничій академії (Саксонія, Німечина), де проведено лабораторні та аналітичні дослідження.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – екологічний моніторинг зміни фізико-хімічних властивостей субстратів сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу у залежності від експозицій схилів та горизонтів.

У відповідності до поставленої мети передбачалося розв'язати наступні завдання:

- здійснити аналіз українських та закордонних наукових джерел з дослідження екологічного стану сміттєзвалищ;
- встановити видовий склад сингенетичної стадії сукцесії на досліджуваних сміттєзвалищах;
- встановити фізико-хімічний склад субстратів, неорельєфу, органів рослин, які розташовані на сміттєзвалищах та в зоні їх впливу;
- встановити фітотоксичність субстратів на різних ділянках досліджуваних сміттєзвалищ;
- вивчити фізико-хімічні властивості опадів (талого снігу) на поверхні сміттєзвалищ;
- вивчити температурні та вологісні режими на сміттєзвалищах;
- вивчити фізіологічну стійкість та фітомеліоративну ефективність рослинності сміттєзвалищ;
- запропонувати шляхи підвищення ефективності екологічного моніторингу в зоні впливу сміттєзвалищ на території туристично-рекреаційних комплексів.

*Об'єкт дослідження* — екологічний стан сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області, їх вплив на біоту.

*Предмет дослідження* — фізико-хімічні властивості субстратів, неорельєфів, органів рослин, фільтратів сміттєзвалищ та їх вплив на едафотоп і рослинність.

*Методи дослідження.* Під час досліджень застосовувалися методи, спрямовані на комплексний аналіз екологічного стану сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу в Львівській області. Зокрема, використано загальнонаукові підходи, такі як рекогносцирування та спостереження, для отримання загального огляду досліджуваної території. У контексті флористичних аспектів проведено аналіз систематичного складу та структури рослинності сміттєзвалищ, що є ключовим для визначення біорізноманіття даного екосистемного компоненту. Фітоценотичні дослідження включали в себе встановлення польових стаціонарних та напівстаціонарних вивчень, пробних площ та екологічних профілів для докладного аналізу рослинного покриву на визначених ділянках. Методи моніторингу використано для систематичного визначення умов місць зростання рослин та збирання інформації про динаміку змін у часі. У ґрунтознавчих дослідженнях використано ґрунтознавчі методи, спрямовані на докладний аналіз поверхневого шару сміттєзвалищ. Для визначення токсичності едафотопів використано біоіндикаційні методи, зокрема використання тест-організмів у штучних умовах. Хімічні дослідження були направлені на детальний аналіз складу сміттєзвалищ. Отримані дані піддавались математико-статистичному моделюванню з метою отримання обґрунтованих та достовірних результатів дослідження.

**Програмне забезпечення** – *Surfer, MS Excel, Paint.*

**Наукова новизна отриманих результатів.** У результаті вивчення екологічного моніторингу сміттєзвалищ туристично – рекреаційного комплексу отримано такі наукові результати:

*вперше:*

- досліджено хімічний склад новоутворених субстратів на поверхні досліджуваних сміттєзвалищ з метою розробки заходів екологічного моніторингу та захисту довкілля у зоні їх впливу;

- встановлено екологічні закономірності природної фітомеліорації на сміттєзвалищах Передкарпатського округу у залежності від експозицій схилів та давності відсіпання твердих побутових відходів.

*удосконалено:*

- алгоритм екологічного моніторингу сміттєзвалищ шляхом врахування фізико-хімічних властивостей новоутворених субстратів;
- методологічні підходи щодо вимірювання температури на поверхні сміттєзвалищ шляхом використання сучасних приладів;

*набули подальшого розвитку:*

- методологічні підходи щодо відбору проб опадів (у вигляді снігу) та дослідження їх хімічних властивостей;
- підходи щодо оцінки фізіологічного стану рослинності сміттєзвалищ.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати досліджень можуть бути використані природоохоронними організаціями та установами у процесі біологічного етапу рекультивації сміттєзвалищ, а саме хімічні властивості субстрату, фізіологічна стійкість та фітомеліоративна ефективність рослинного вкриття. Отримані дані щодо фізико-хімічного складу субстратів та фітомеліоративних процесів можуть бути використані під час розробки систем екологічного моніторингу відповідними організаціями. Результати досліджень використовують ТЗОВ «ГрінЕра Стрий», а саме — фізико-хімічний склад субстрату, фітомеліоративні процеси, вміст іонів важких металів у рослинному покриві сміттєзвалищ, а також чинники екологічної небезпеки на полігонах твердих побутових відходів та враховуються на території Стрийської територіальної громади під час ліквідації несанкціонованих і неконтрольованих звалищ.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та є самостійним дослідженням здобувача, що має наукове та практичне значення. Дисертаційна робота є результатом наукових досліджень дисертанта. Автором розроблено програму та завдання досліджень, проведено низку польових та лабораторних досліджень. Усі наукові ідеї, положення,

результати теоретичних досліджень, висновки дисертації розроблені, сформульовані та отримані особисто автором у період з 2018 до 2023 років.

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи та окремі результати досліджень доповідались на круглих столах та конференціях різних рівнів: III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека, як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід та перспективи» (Львів, 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика» (Хмельницький, 2019 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації з нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого» (Львів 2019 р.), I Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу» (Львів, 2019 р.), II Міжнародному науковому симпозіумі «Сталий розвиток – стан та перспективи» (Львів - Славське, Україна 2020 р.), I Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Екологія. Довкілля. Енергозбереження».

**Публікації.** За результатами досліджень, представлених у дисертаційній роботі, опубліковано 16 наукових праць, з яких: 7 – наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації (4 з них опубліковані в наукометричних журналах бази даних Scopus); 9 – наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел включає 175 найменувань, з них 61 латиницею.

**Загальний обсяг роботи складає** 260 сторінок, з яких 182 сторінки основного тексту з 5 таблицями та 142 рисунками.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СМІТТЄЗВАЛИЩ

### 1.1. Екологічні передумови дослідження сміттєзвалищ

Зростання населення, промислового виробництва та сільського господарства призводить до посилення проблеми забруднення, особливо великих агломерацій, де надмірне нагромадження відходів та неправильна їх утилізація сприяють настанню екологічної кризи. Світова спільнота стикається з небаченим розміром сміттєвих криз, що призводять до серйозного забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та водойм. Найбільші сміттєві кризи були зафіксовані у Італії (Неаполь) у 1994 р., Лівані (Бейрута) 2015 р., с. Грибовичі (Львівська область) у 2016 р. [14, 49], Греції (Афіни) 2017 р. та інші. Сміттєзвалища виникають навколо міст, вони погано організовані, а часом і просто «стихійні», які є найбільш серйозними джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод [1, 19].

З метою збереження водних ресурсів, атмосферного повітря, ґрунтів та переробки цінних компонентів, які містяться у відходах, розробляються технології їх знешкодження та переробки. Країни займаються вирішенням проблеми відходів, проте навіть ті, які досягли певних успіхів у переробці побутових відходів, продовжують стикатися з викликами управління промисловими та небезпечними відходами. В Україні накопичено великі обсяги відходів, з яких лише частка утилізується. Уряд встановив концепцію загальнодержавної програми поводження з відходами до 2030 року, проте проблема залишається надалі актуальною [8, 91].

В цьому контексті виникає необхідність проведення подальших досліджень сміттєзвалищ. Наявність об'єктивних даних та наукових висновків стануть основою для розробки ефективних стратегій управління відходами та забезпечення сталого розвитку [102].



На сьогоднішній день, лише 3,5% твердих побутових відходів піддаються процесу спалювання. Ця невелика частка відображає недостатність зусиль щодо ефективного використання цього методу утилізації. Крім того, всього 0,1% побутових відходів класифікуються як небезпечні. Однак, необхідно звернути увагу на складність цієї категоризації, оскільки вона базується на широкому спектрі фізико-хімічних властивостей [56, 86, 100].

За даними [26], миш'як є найбільш поширеним важким металом на сміттєзвалищах як у фільтраті так і в ґрунті. Присутність токсичного металу у фільтраті звалищ загрожує якості ґрунтів та рослин поблизу звалищ, а також може значно забруднити поверхневі та підземні води. Важливо регулярно контролювати якість фільтру, що виділяється, щоб переконатися в ефективності та придатності проведеної обробки. Ґрунт, що зазнав впливу відходів/фільтрату на стихійних звалищах, сильно насичений вмістом важких металів. На стихійних звалищах вкрай важливо провести очищення та встановити ізольований бар'єр під відходами [46, 55, 174].

За даними моніторингу [152, 173], підземні води сильно забруднені поблизу звалищ твердих побутових відходів. Головним забрудником був нітрат, який сприяє забрудненню ґрунтових вод, а потім важкими металами в тому числі As і Cr<sup>6+</sup>. Опادي підсилюють чинники, що сприяють вилуговуванню з верхнього шару ґрунту; однак мінімальна кількість нітратів і Pb проникає всередину ґрунтових вод [152, 173].

В дослідженнях [172] комплексно виявили різноманітність, велику кількість та експресію важких металів у відходах зі звичайного звалища. Процес деградації відходів може зменшити надлишок важких металів і тим часом змінити профіль. Важкі метали у відходах можуть піддаватися неконтрольованій міграції до дна звалища або бічні схили в довкілля. Процес деградації сміття може зменшити ~10% кількості важких металів протягом 10 років, що може не бути достатньо для повного зниження потенційних ризиків [124, 125].

Після завершення техногенного впливу внаслідок надзвичайних ситуацій, забруднення ґрунту зменшується протягом перших 3 років. Зменшення забруднення субстрату нафтопродуктами залежить від глибини. У поверхневих шарах це відбувається швидше: у ґрунтах - досягає фонових даних через 4-6 років; на великих глибинах, поблизу залягання корінних порід, через 7-9 років і більше [85, 138].

Спільне захоронення різноманітних відходів змінює характеристики фільтрату та вилуговування важких металів. Поведінка вилуговування Mn і Cr та вміст Zn і Cu пов'язаний з рН і лужністю. Міграція важких металів залежала не тільки від вмісту відходів і видів важких металів, але також характеристики фільтрату, таких як рН, органічні речовини, лужність і вміст хлоридів [137, 140, 171].

Автори [170] стверджують, що експлуатація полігонів ставить під загрозу якість ґрунтових вод та водоносного горизонту, про що свідчить наявність широкого спектру хімічних сполук включаючи забруднювачі, в шлейфі фільтрату. Це становить серйозний ризик для здоров'я, що призведе до заборони використання підземних вод для потреб людини у зоні впливу сміттєзвалищ. Вивчено [55] вплив специфічних чинників (таких як вік відходів, закриття полігону та сезон), на хімічний склад ґрунтових вод. Автори [170] зазначають, що вивчення сезонного впливу є значним лише у поєднанні зі статусом полігону. Ряд специфічних чинників може ускладнити порівняння досліджень, якщо дані отримані з кількох полігонів ТПВ з різним віком, як це зазвичай практикується [37, 170].

Ризик техногенного забруднення ґрунту важкими металами полягає в тому, що воно може не проявлятися протягом тривалого часу, завдяки буферним властивостям ґрунтів, і бути вагомим чинником в негативних перетвореннях, як ґрунту в цілому, так і окремих його компонентах [5, 160]. Небезпекою для довкілля характеризуються гірничі вироблені порожнечі, які пропонується закладати нетоксичними речовинами [127, 156].

Комбіноване використання різних гранульованих реактивних середовищ дозволяють видалити важкі метали, що містяться в фільтраті, який безпечно обробляти в очисних спорудах [130, 131]. Ця методологія попереднього очищення фільтрату може бути економічно вигідною для використання надлишкового мулу шляхом компостування, аніж захоронення, що у свою чергу, могло б значно знизити вартість утилізації мулу. Методологія може бути використана, як технологія на місці для попередньої обробки фільтрату [121, 122].

Основний механізм поглинання важких металів відбувається на однорідний шар біосорбенту, що добре описується ізотермами Ленгмюра. Після десорбції цей біосорбент можна використовувати повторно, процес проводився в кислому середовищі і за оптимальних умов у фільтраті сміттєзвалищ [121, 162].

Оцінка ризиків для здоров'я показує, що важкі метали у ґрунтах становлять неканцерогенні та канцерогенні ризики для здоров'я, як дорослих так і дітей. Виходячи з ризиків для здоров'я за цими показниками діти виявляються більш уразливими до важких металів, ніж дорослі на забруднених ділянках. Фізико-хімічні властивості ґрунтів в цілому є придатними для сільського господарства, однак концентрації Hg, Zn, Pb і As перевищують ГДК, рекомендованих для сільськогосподарських ґрунтів у деяких або всіх зонах [27]. Тому рекомендуються проводити дослідження для визначення токсичності впливу важких металів на рослини, оскільки деякі дослідження показали нелінійний зв'язок між важкими металами у ґрунті та їх кількістю, яку поглинають рослини [105, 146].

Аналіз мікробного різноманіття старих сміттєзвалищ вказує на різноманітність і багатство бактерій які значно вищі, ніж бактерії на новоствореному сміттєзвалищі. Поширені мікробні угруповання можна ефективно регулювати шляхом коригування відповідних органічних речовин та важких металів в фільтратах сміттєзвалищ. Таким чином, компоненти та

мікробна активність взаємодіють, що відіграє роль важливу роль у процесах деградації відходів [145, 175].

Попередня обробка фільтрату необхідна, коли вміст металів вище норми для зливу в каналізацію. Основними осадами, що утворюються в реакторі, є аморфний сульфід заліза та арагоніт. Вплив речовин на структуру розчинених металів узагальнено за допомогою моделювання на широких діапазонах для фільтрату концентрацій [133, 135].

Конвертерний шлак можна використовувати як будівельний матеріал для проникних реактивних бар'єрів через високий вміст кислоти нейтралізаційної здатності при обробці кислого шахтного дренажу [129].

Покращене видалення досліджених важких металів у розчинах синтетичних іонів металів за допомогою УФ-мембрани ламінованої матовим волокном порівняно з немодифікованою мембраною можна пояснити комплексотворенням іонів металу з іонами карбоксилату від волокнисті. Ефективність видалення металу загалом є вищою у фільтратах звалищ [128, 140].

Автори [120] дослідили, що концентрації важких металів у стічні води були в межах офіційних стандартів скидів. Основна біологічна очистка відіграє другорядну роль [74]. При дослідженні фільтратів сміттєзвалища характеризуються, як джерела інтенсивного забруднення, включаючи високу концентрацію макро- і мікро- забруднювачів [117].

Концентрації важких металів в зупинених сміттєзвалищах є значно вищими, ніж концентрації з активних звалищ для 11 із 15 досліджуваних важких металів. Відмінності пов'язані з різницею у віці використання полігонів. Звалище несе в собі великий ризик для здоров'я людини з канцерогенним ризиком. Електронні відходи можуть бути основним джерелом цих елементів [65, 115].

У роботі [153] відображено результати досліджень видалення важких металів із фільтрату сміттєзвалища за допомогою *Phragmites australis* та *Juncus effusus*. Встановлено, що ці рослини продемонстрували високу кількість

видалення важких металів, таких як Zn, Cr, Ni, Cd, Fe та Pb, але не Mn. *Juncus effusus* показав трохи нижчі обсяги видалення Cr, Ni, Mn і Cd, хоча *Phragmites australis* показав менші обсяги видалення Mn. Зроблено висновок, що представлені рослини можуть бути ефективними поглиначами важких металів із дна водойм з фільтрами.

В науковій роботі [118] досліджувався вміст важких металів і ступінь забруднення ґрунтів із покинутих звалищ у Кумасі, Гана. Середні концентрації металів у ґрунтах були в порядку: Zn (166 мг/кг). Cr (67 мг/кг) > Cu (32 мг/кг), Ni (22 мг/кг) > Pb (11 мг/кг) Cd (8,9 мг/кг) > As (4,2 мг/кг) > Hg (0,04) мг/кг для Кронуму; і Zn (558 мг/кг), Cu (347 мг/кг), Pb (288 мг/кг) > Cr (77 мг/кг) > Ni (35 мг/кг) > As (11 мг/кг) > Cd (3,0 мг/кг) > Hg (0,19 мг/кг) для Амаком. Індекси забруднення показали дуже високе забруднення миш'яком, кадмієм і свинцем на Кронумі та миш'яком, кадмієм, міддю, свинцем і цинком на Амакомі. Ртуть зафіксувала найменший рівень забруднення для обох сміттєзвалищ. Автори дійшли висновку, що необхідний регулярний моніторинг цих покинутих сміттєзвалищ, а також слід запровадити програми відновлення територій [53, 76, 134, 161].

Дослідження [132] було проведено для оцінки фенотипу та розподілу металів у трав'янистих видах у лісах та покинутих місцях звалищ червоного шламу. Ґрунт на ділянці червоного шламу відзначався високою лужністю, солоністю та поганим поживним станом. Крім того, вміст Fe, Zn, Cu, Mg, Mn, Ni, Co, Cr, Cd і Pb у ґрунті на ділянці червоного шламу був вищим, але їх фітодоступність була меншою порівняно з ділянкою у лісі [63, 64, 67]. У трав'янистих угрупованнях на обох ділянках домінували родини *Poaceae* та *Asteraceae*. Домінуючі види, напр. *Brachiaria mutica*, *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ischaemum*, *Digitaria longiflora*, *Eragrostis cynosuroides*, *Launaea asplenifolia*, *Parthenium hysterophorus*, *Sporobolus diander* і *Stylosanthes scabra* з високою толерантністю до металів показали свою тенденцію до певної стратегії відбору у відповідь на зміну властивостей ґрунту на ділянці червоного шламу. Таким чином у дослідженнях [132] науковці

пропонують потенційний шлях до фітоменеджменту покинутих звалищ червоного шламу шляхом рекультивації з використанням домінантних і стійких до металів видів рослин [70].

Науковці [139] досліджували закрите сміттєзвалище, розташоване на північний захід від Салонік, Північна Греція щодо значень важких металів. Зразки відбирали бурінням на різні глибини (2,5-17,5 м). Хімічний аналіз показав, що вміст металів коливався в широкому діапазоні: від 0,50 до 18,75 мг/кг для Cd, 3,88-171,88 мг/кг для Cr, 8,13-356,25 мг/кг для Cu, 5,63-63,75 мг/кг для Ni, 2,50-92,50 мг/кг для Pb і 6,38-343,75 мг/кг для Zn. Найвищі показники виявлені в трьох із шести свердловин, на глибинах понад 2,5 м. Незважаючи на те, що територія є сильно індустріалізованою, представлені результати показали, що місцева промисловість не є значним джерелом металевого забруднення території.

Цілі дослідження [154] полягали в тому, щоб оцінити потенціал біоремедіації досліджених місцевих бактерій і оцінити вплив джерела вуглецю та рН на посилення процесу біоремедіації. *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella edwardsii* та *Enterobacter cloacae* були обрані на основі їх толерантності до важких металів для процесу рекультивації. Найвищу біоремедіацію проявила синьогнійна паличка, потенціал серед бактеріальних ізолятів з 58,80 і 33,67 відсотками ремедіації в 50 мг Cd L-1 і 300 мг Pb L-1. Проте вищий відсоток ремедіації (79,87 і 92,41) спостерігався за допомогою *Klebsiella edwardsii* через додавання джерела вуглецю (5 г/л) і зміну рН (6) середовища в середовищі, забрудненому важкими металами. Результати цього дослідження вказують на те, що ефективність місцевих бактерій у процесі рекультивації можна підвищити за рахунок додавання джерела вуглецю та підвищення рН для ефективної рекультивації забрудненого ґрунту [151].

У роботі [144] досліджували важкі метали, солі та органічні сполуки у зразках ґрунту та поверхневих вод, взятих із 15 звалищ у регіоні Мадрида. Також було оцінено вплив ґрунтового покриву звалища на нематоди та різноманітність рослин. Ці аналізи продовжують виявляти наявність важких

металів (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd) у ґрунтах, а також солей (сульфатів, хлоридів і нітратів) у ґрунтах і поверхневих водах. Органічні сполуки, головним чином ароматичні та аліфатичні вуглеводні, часто з'являлися у дуже високих концентраціях, а також високі рівні інсектицидів, таких як гамма-ГХГ (ліндан), також були виявлені в ґрунтах. Близько 50% зібраних проб води показали значення хімічної потреби в кисні понад 150 мг/л. Робота [155] оновлює поточну ситуацію та обговорює ризики для здоров'я екосистем, людей, свійських тварин і дикої природи, що живуть поблизу цих сміттєзвалищ.

У роботі [138] досліджено закономірності горизонтального та радіального розподілу нафтопродуктів в ландшафтах. Найбільша концентрація забруднюючих речовин встановлена у кількості до 1750 мг/кг. Висвітлені в статті результати досліджень підтверджують і розвивають теорію геохімії техногенезу, теорію геохімічних ландшафтів, створюючи надійну експериментальну базу для вдосконалення наукових методів екологічного та кризового моніторингу [52, 148, 149].

Ряд чинників, специфічних для конкретної ділянки, може ускладнити порівняння досліджень, якщо дані отримані з кількох сміттєзвалищ із різними строком використання, як це зазвичай практикується. Ідеальним підходом є довгострокове дослідження на одному місці [62, 126].

У роботі [34] розраховані статистичні відмінності між концентрацією фільтрату, зібраного під час викиду ТПВ і після рециркуляції. Лише середня концентрація Рb протягом перед рециркуляційного періоду була статистичною вище порівняно з пострциркуляційним періодом [51, 75, 119].

Згідно з даними моніторингу [136] ґрунтові води сильно забруднені поблизу полігонів ТПВ, що вказує на те, що забруднення підземних вод було викликано точковим забрудненням. Забруднення довкілля навколо звалищ може походити як від природних так і від антропогенних джерел забруднення. Звалища є потенційним джерелом забруднення підземних вод. Хоча піщаний і супіщаний верхній шар ґрунту з високою проникністю сприятливий для інфільтрації [58, 136].

З метою зменшення кількості відходів, які утилізуються шляхом захоронення, виникає потреба в запровадженні системи роздільного збору. У містах області запроваджено системи роздільного збору з пластику, скла, паперу, використаних батарейок, ртутних ламп [12, 157]. Наступним етапом доцільним було б впроваджувати два потоки збору відходів: органічні та неорганічні. В подальшому неорганічні відходи можуть підлягати сортуванню та переробці, адже існують технології, які дозволяють переробляти до 90% вторинної сировини від загальної кількості відходів [15, 114]. Органічні відходи можна використовувати для компостування та отримання біогазу [3, 9, 114].

## 1.2. Поводження з відходами за кордоном

Тверді побутові відходи на Заході прийнято називати «твердими муніципальними відходами». Історично «муніципальними відходами» називали відходи, захороненням яких займалися міські влади. Проте в даний час у розвинутих країнах значна кількість побутових відходів збирається і переробляється не міськими комунальними службами, а приватними підприємствами, які також мають справу з промисловими відходами [60].

З наростанням загроз ТПВ методи їхнього знешкодження удосконалювалися. Складування на звалищах і полігонах, яке переважало на початкових етапах, слід вважати вимушеним тимчасовим способом. В екологічному плані, складування ТПВ не тільки не вирішує проблеми, а ускладнює її, оскільки звалища – це потужні джерела біологічного забруднення та епідеміологічної небезпеки [29].

В європейських країнах спалюванням переробляють 20-25% обсягу міських відходів, в Японії - близько 65% , в США - близько 15% (у США сміттєспалювання розглядають як один з основних способів продовження терміну служби звалищ). Технологія прямого спалювання ТПВ становить екологічну небезпеку внаслідок токсичних викидів, у зв'язку з цим переходять на комплексну переробку ТПВ. Прикладом може служити сміттєпереробний



завод продуктивністю 200 тис. т на рік в японському місті Осака [6, 60].

У теперішній час у більшості розвинених держав переважає термічний спосіб знищення ТПВ. В Японії спалюється 82% сміття і лише 14% вивозилося на полігони, в США – 81% і 12%, в Данії – 90% і 9% відповідно. В Україні ж спалюється не більше 5%, а 95% – вивозиться на полігони [147].

Видалення хімічно небезпечних відходів у США здійснюється приватними компаніями, які мають відповідну ліцензію. Звернутися в таку компанію можна в будь-який час, розроблено відповідні форми заявок для здійснення процедури по видаленню відходів. Так наприклад, якщо у вас кілька контейнерів, їх маркують і на кожен контейнер і тип відходів заповнюються відповідні форми - заявки. Всі консультації, так само як і вільні контейнери для зберігання можна отримати в компанії, яка вас обслуговує за вивезення небезпечних відходів [158, 167].

У Німеччині населення уже давно звикло до роздільного збору відходів. У німців неможливо купити нову акумуляторну батарейку, не здавши стару, а викинуті батарейки у сміття - штраф у розмірі 300 євро. Постачальники батарейок через «систему спільного збору батарей» забезпечують муніципалітети і роздрібних продавців скриньками, фінансують логістику зібраного матеріалу, сортування і переробку [7, 10].

Один з варіантів вирішення смітцевої проблеми, яким охоче користуються західні країни, — експорт побутового сміття в країни третього світу. Сьогодні гігантської світовим звалищем став Китай. За неофіційними даними, 80% експорту сміття з розвинених країн припадає на країни Азії, 90% з нього осідає в Китаї.

В Японії проблема поводження з відходами особливо актуальна ще і тому, що там просто немає місця для поховання відходів. Виділяють дві великі групи відходів - промислові, за утилізацію яких відповідають компанії, що їх виробляють, і побутові, відповідальність за поводження з якими покладено на муніципалітети [159, 30].

Щорічно в Японії утворюється близько 400 млн т промислових і 50 млн

т побутових відходів. У перерахунку на душу населення це 3,75 т всіх видів відходів на рік. Таким чином, середній японець щодня «виробляє» більше 10 кг відходів, у тому числі понад 1 кг побутового сміття.

У структурі побутових відходів 80% припадає на три види відходів: харчові відходи (30%), пакувальні матеріали і тару (25%) та макулатуру (25%). Ще по 10% становлять автомобілі та інші види відходів. В Японії 2/3 сміття спалюється, частка рециклінгованих відходів потроху зростає, а захороненні знижується. Що ж до утилізації, то в Японії збір макулатури в країні (65%) наближається до теоретично максимально можливого (73%), загальна ступінь утилізації склопосуду доходить до 83%. А от ступінь повторної переробки пластикових пляшок становить лише 40%, що недостатньо, особливо беручи до уваги величезну загальну масу пластикових пляшок: Переробка відходів - одна з найбільш динамічно розвиваються в сучасній Японії галузей. Сприяння утилізації побутових відходів та рециклювання сировини оголошено одним із пріоритетів державного регулювання [16, 136, 167].

Слід відмітити, що при високотемпературному спалюванні діоксинів і фуранів на ССЗ утворюється в десятки разів менше у порівнянні з низькотемпературним згоранням ТПВ, яке має місце і на звалищах [72, 164]. ССЗ дають можливість не тільки зменшити та контролювати кількість шкідливих викидів та їхній вплив на довкілля, а й, що є дуже важливим, керувати цим процесом [69, 99].

У теперішній час поширеною стає переробка з попереднім сортуванням. Цей прогресивний спосіб разом з тим, що забезпечує утилізацію більше 50 % складових ТПВ, значно зменшує навантаження на ССЗ. Якщо жителі міст самі сортують відходи, відпадає необхідність у сортувальних лініях. У країнах, де відсутнє поглиблене попереднє сортування відходів жителями міст, вирішенням проблеми відходів буде побудова сміттєпереробних комплексів, які поряд з ССЗ включають в себе сортувальну лінію та полігон для поховання незначної кількості непридатних для утилізації залишків після спалювання. На заводах з передовою технологією їх не більше 1%.

### 1.3. Поводження з відходами в Україні

В Україні основним методом поводження з відходами залишається полігонне поховання ТПВ. Із чотирьох побудованих в Україні ССЗ працює тільки один, у Києві. Спалюється до 5% відходів, а 95% вивозиться на полігони і тільки 3-4% утилізується. В нашій державі, не дивлячись на прийняту законодавчу базу стосовно ТПВ та низки конкретних дій виконавчої влади щодо мінімізації екологічних загроз, відчутних зрушень немає. Розроблена та затверджена в 2013 р. національна програма «Чисте місто» з бюджетом близько 5 млрд. грн. передбачала до кінця 2015 р. будівництво в 10 містах України сучасних комплексів з переробки ТПВ. Однак до реалізації цього проекту не дійшло. Як відмітила голова Всеукраїнської екологічної ліги Тетяна Тимочко, впродовж 2-х останніх років уряд взагалі не займався екологічними проблемами: «Уряд не мав у своїй програмі екологічної складової, такого розділу взагалі нема» [4, 89, 108].

За орієнтовними розрахунками на території України перебувають у користуванні близько 277 млн. елементів живлення та 53,6 млн. мобільних засобів зв'язку. Після відпрацювання, за рік понад 4.5 тис. т батарейок та акумуляторів стають небезпечними відходами, а за умов їх безпечної переробки - джерелами цінних ресурсів кольорових металів і хімічних речовин. Проте лише одна батарейка здатна забруднити 20 м<sup>3</sup> ґрунту або 400 л води [33, 94].

Реєстр об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів включає геопросторові дані, метадані та сервіси, оприлюднення, інша діяльність з якими та доступ до яких здійснюються у мережі Інтернет згідно із Законом України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" [18, 23, 92, 95].

Один з найважливіших аспектів вирішення проблеми поводження з відходами в Україні - це належний збір та сортування відходів. Зараз значна частина населення не має доступу до відповідних систем збору та сортування, що призводить до незаконного скиду та неправильної утилізації відходів. Це має серйозний негативний вплив на довкілля, забруднення повітря, ґрунтів та

водних ресурсів, а також стан здоров'я громадян [73, 96, 98].

У деяких містах України впроваджуються програми сортування відходів та рециклінгу. В Києві діє система сортування побутових відходів, а також існують спеціалізовані сміттєпереробні заводи. Проте, ці ініціативи потребують більш широкого поширення та підтримки.

Необхідно змінити свідомість громадян щодо поводження з відходами. Пропаганда екологічної свідомості та усвідомленого споживання має стати важливою частиною освіти та інформаційних кампаній. Необхідно навчати населення правильному сортуванню відходів, використанню вторинних ресурсів та переходу до більш сталого способу життя.

В країні спостерігається тенденція до зростання кількості утворення побутових відходів [107].

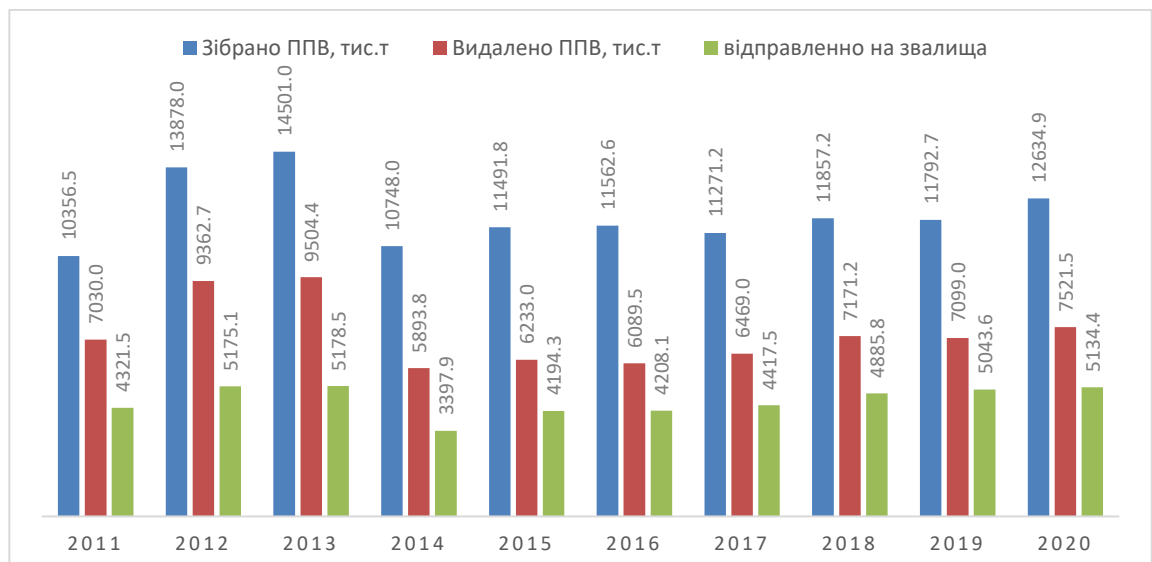


Рисунок 1.1 – Поводження із побутовими та подібними відходами в Україні у 2011-2020 роках [107]

Слід зазначити, що кількість побутових відходів у розрахунку на людину із кожним роком зростає. Із рис. 1.2 видно, що кількість побутових відходів на 1 жителя України дещо знизився, проте до сьогодні кількість збільшилася [110].

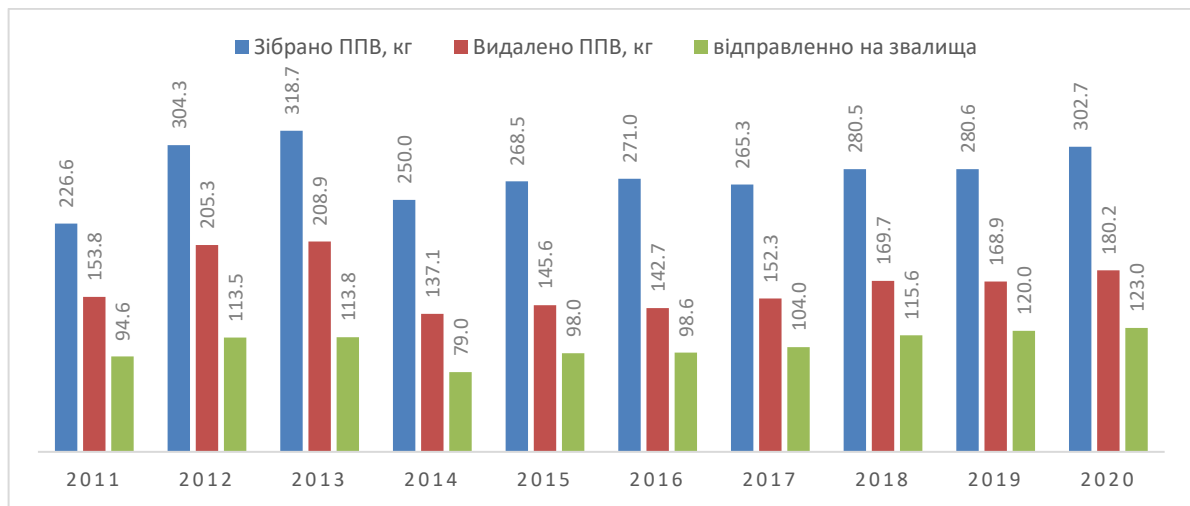


Рисунок 1.2 – Динаміка утворення побутових відходів за роками у розрахунку на 1 жителя України [107]

Проаналізувавши дані статистики, можна встановити, що нарахування побутових відходів на кожну особу поступово збільшується в Україні. Хоча з рис. 1.2 можна побачити, що кількість побутових відходів на одного мешканця дещо зменшилася, проте загальна тенденція все ще залишається зростаючою [17, 107].

Цей показник свідчить про необхідність більш активних заходів щодо поводження зі зростаючим обсягом побутових відходів. Важливо розробляти та впроваджувати стратегії та програми зменшення утворення відходів, а також забезпечувати ефективну систему їх збирання та переробки. Досягнення цих цілей вимагатиме спільних зусиль усіх зацікавлених сторін, включаючи урядові органи, підприємства та громадськість. Тільки шляхом спільної дії можна забезпечити зменшення впливу побутових відходів на довкілля та рухатися до сталого розвитку.

Загалом у державі в 2020 році утворено 366423,5 тис. т. відходів I-IV класів, утилізовано - 100524,6 тис. т., спалено - 1008 тис. т., видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти - 275985,3 тис. т. Слід зауважити, що дані наводяться без урахування тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганських областях та АР Крим [17, 87, 88, 107].

Ці дані свідчать про різноманітність типів відходів, які утворюються в різних сферах господарської діяльності. Важливо враховувати цю інформацію при розробці стратегій та плануванні управління відходами, зокрема, забезпеченням відповідної інфраструктури для їхньої утилізації, переробки та повторного використання. Такі дані можуть бути корисними для прийняття рішень стосовно політики управління відходами та зменшення негативного впливу на довкілля [17, 79].

Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів у 2020 році наведено у Додатку А. Зауважимо, що найбільше утворюється такі види, як: осади промислових стоків, відходи чорних металів, відходи рослинного походження, тваринні екскременти, сеча та гній, побутові та подібні відходи, змішані та недиференційовані матеріали, мінеральні та змішані відходи будівництва, пуста порода [104, 107].

Слід відмітити, що значне утворення різноманітних відходів призводять до складування їх на земній поверхні, так як в Україні це найбільш поширений захід поводження. Нерідко заскладовані відходи горять (терикони, відвали збагачувальних фабрик, сміттєзвалища), спричиняючи значне накопичення небезпечних речовин у довкіллі [79, 88, 110].

У відповідності до «Концепції поводження з відходами на 2013-2020 роки» основними причинами виникнення проблеми при поводженні із побутовими відходами є: недосконалість механізму збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів, що призводить до збільшення обсягів їх накопичення; відсутність екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами, що призводить до підвищення техногенних та екологічних ризиків; низькі темпи впровадження маловідходних технологій, створення інфраструктури у сфері поводження з відходами, зокрема небезпечними; недосконалість законодавства та системи державного регулювання у сфері поводження з відходами; відсутність єдиного органу, на який покладено функції у сфері поводження з відходами [20, 21, 103].

Щорічно у Львівській області утворюється більше 2 млн тон відходів 4 класу небезпеки, переважна більшість з яких ТПВ. За даними моніторингу, станом на 01.01.2020 року нараховується 20 діючих сміттєзвалищ. Загальна площа земель, зайнята під сміттєзвалища перевищує 151 га. На об'єктах захоронення твердих побутових відходів в області, у більшості відсутня необхідна проектна документація про відведення земельної ділянки, документи, що засвідчують право на землю, за винятком рішень органів місцевого самоврядування [32, 106].

На сміттєзвалищах Львівщини частково або повністю відсутні системи захисту ґрунтових вод, огорожі, вилучення та знешкодження фільтрату, фіксуються численні спалювання та самозаймання відходів, недостатнє перешарування відходів інертними матеріалами [28, 31, 34, 106].

Основним впливом на довкілля, пов'язаним з опадами, є забруднення підземних вод, оскільки багато з тисяч сміттєзвалищ, активних або занедбаних, експлуатувалися, не звертаючи уваги на забруднення підземних вод. Основна причина полягає в тому, що історично вибір місця сміттєзвалища рідко ґрунтувався на геологічних критеріях придатності. Забруднення підземних вод стає неминучим, особливо коли дно сміттєзвалища знаходиться нижче рівня ґрунтових вод, або якщо матеріал, який відокремлює відвал від водоносного горизонту, є проникним. Таке забруднення підземних вод може тривати десятиліттями, що створює серйозну загрозу безпеці підземних вод. Забрудненні поверхневі та підземні води в околицях сміттєзвалищ становить небезпеку не тільки для питного водопостачання, а й для технічного водопостачання в сільському господарстві [165].

На даний час в Львівській області відсутні діючі сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи. На більшість сміттєзвалищ відсутня проектна документація про відведення земельної ділянки, документи, що засвідчують право на землю, за винятком рішень органів місцевого самоврядування. Розв'язання проблеми безпечного поводження з ТПВ в області можливе через

створення сучасних сміттесортувальних ліній, полігонів та спеціалізованих підприємств зі збору ТПВ [28, 35, 36, 50].

Забезпечення належного перероблення та утилізації відходів є важливим кроком у зменшенні негативного впливу на довкілля та збереженні регіональної екологічної безпеки.

#### **1.4. Природна фітомеліорація сміттєзвалищ**

Фітомеліорація сміттєзвалищ є одним із можливих методів реабілітації територій, які постраждали від накопичення відходів. Вона включає в себе використання рослин для очищення ґрунту та повітря, а також покращення екологічного стану цих зон.

Процес фітомеліорації сміттєзвалищ є довготривалим та вимагає систематичного посадження відповідних рослин, а також постійного стеження за їх ростом та догляду. Цей процес може сприяти зв'язуванню та нейтралізації деяких токсичних речовин, що містяться у відходах, а також покращенню структури ґрунту та зменшенню ерозії [47].

Проте, варто зазначити, що фітомеліорація сама по собі не є достатнім рішенням для вирішення проблеми поводження з відходами. Важливо розробити комплексні стратегії в управлінні відходами, які включатимуть не лише фітомеліорацію, а й інші важливі етапи, такі як утилізація, переробка та відновлення вторинних ресурсів. Тільки комплексний підхід до управління відходами може сприяти досягненню більш сталого та екологічно безпечного поводження з відходами в Україні [66, 80].

Згідно з державними будівельними нормами для виведення полігонів твердих побутових відходів з експлуатації рекомендується проведення рекультивації. Цей процес включає стабілізацію та терасування схилів, дегазацію, створення рекультиваційного покриття та біологічний етап, що передбачає добір рослинного асортименту, підготовку ґрунту, сівбу та догляд за посівами. Рекультивація сприяє покращенню стану територій, що раніше



були використані для знешкодження відходів, але вона повинна бути частиною більш широкої стратегії управління відходами [17, 78].

Фітомеліорація сміттєзвалищ може бути ефективним інструментом у реабілітації територій, проте необхідно впроваджувати комплексний підхід до управління відходами, який включатиме не лише фітомеліорацію, а й інші методи утилізації та переробки відходів, з метою досягнення сталого розвитку та зменшення негативного впливу на довкілля [108].

Фітомеліорація сміттєзвалищ є довготривалим та систематичним процесом, що включає посадку відповідних рослин, їх регулярний догляд та стеження за їх ростом. Цей підхід може бути ефективним для реабілітації територій сміттєзвалищ та зменшення їх негативного впливу на довкілля. Вона допомагає зв'язувати та нейтралізувати деякі токсичні речовини, покращує структуру ґрунту та зменшує ерозію. Вона може сприяти очищенню повітря та забезпечувати відновлення біологічного різноманіття на забруднених територіях [82,84, 90].

Важливо зазначити, що фітомеліорація сама по собі не є повноцінним рішенням для проблеми поводження з відходами. Вона повинна бути частиною комплексної стратегії в управлінні відходами, яка включає інші методи утилізації, переробки та повторного використання відходів. Варто враховувати, що успішна фітомеліорація вимагає постійного контролю та догляду за посадженими рослинами протягом тривалого періоду. Потрібна відповідна експертиза, планування та реалізація проектів фітомеліорації з урахуванням місцевих умов та специфіки сміттєзвалищ. Загалом, фітомеліорація є потенційно ефективним інструментом у реабілітації сміттєзвалищ, проте вона повинна бути поєднана з іншими стратегіями управління відходами для досягнення більш сталого та екологічно безпечного поводження з відходами.

## Висновки до Розділу 1

Сміттєзвалища це серйозна екологічна загроза. Вони сприяють викиду небезпечних речовин у ґрунт і водні ресурси. Накопичення великої кількості відходів на сміттєзвалищах сприяє розкладанню органічних матеріалів, що призводить до вироблення метану, потужного парникового газу, що вносить свій вклад у глобальне потепління. Також, стають джерелом негативного впливу на біорізноманіття, оскільки хімічні речовини, що виходять з відходів, можуть токсично впливати на рослини та тварин. Звалища також можуть призводити до забруднення підземних вод, порушуючи водний цикл та загрожуючи якості питної води.

Аналізуючи проблему сміттєзвалищ на міжнародному та національному рівнях, можна зазначити, що наявність ТПВ на території України та за кордоном суттєво негативно впливає на довкілля та здоров'я населення. Ця ситуація вимагає негайних заходів для подолання проблеми.

Фітомеліорація, яка передбачає систематичне впровадження відповідних рослин на сміттєзвалищах та подальший їхній догляд, може бути ефективним інструментом для реабілітації сміттєзвалищ та зменшення негативного впливу на довкілля. Проте, слід зауважити, що фітомеліорація повинна бути частиною комплексної стратегії управління відходами, що включає в себе етапи утилізації, переробки та повторного використання відходів.

Для досягнення сталого та екологічно безпечного поводження з відходами необхідно поєднувати різні технологічні та організаційні підходи, включаючи фітомеліорацію, утилізацію, переробку відходів та розробку відповідних стратегій та політик.

Результати досліджень відображені у публікаціях [8, 31, 41, 59].

## РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИ, ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОБНІ ПЛОЩІ

### 2.1. Програма досліджень

Програма дослідження була розроблена з урахуванням наукових принципів та методології екологічних досліджень. Вона передбачала використання едафічних, гідрологічних, фенологічних та фізико-хімічних методів, які дозволяли отримати об'єктивні та достовірні дані про стан сміттєзвалищ. Програма включала такі етапи дослідження:

Попередній аналіз: у цьому етапі були проаналізовані наявні дані та література щодо сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Вивчалися статистичні дані, звіти та інші джерела, що мали відношення до об'єктів дослідження.

Визначення об'єктів дослідження: на основі попереднього аналізу були вибрані конкретні сміттєзвалища для подальшого дослідження. Були враховані їхні географічні розташування, рівень використання та потенційний вплив на довкілля.

Збір проб субстрату з обраних сміттєзвалищ для подальшого аналізу фільтрату, рослинного покриву з різних точок сміттєзвалища з метою вивчення складу та концентрації забруднюючих речовин. Отримані дані піддавалися лабораторному аналізу для визначення концентрації забруднюючих речовин, вивченням температурного режиму, аналізом едафокліматичних умов розташування, аналіз рівнів вологості субстратів, відбором проб субстратів, вивченням фізико-хімічного складу снігового покриву, аналізом фізико-хімічного складу, вивченням біогенних параметрів рослинного покриву, вивченням рівнів інтенсивності фотосинтетичного процесу рослинного покриву, дослідженням реакції тест-культур, вивченням видового складу рослинного покриву, дослідженням морфологічного складу відходів та вивченням вмісту іонів важких металів у рослинному покриві.

Використовувалися сучасні аналітичні методи, що гарантували точність та достовірність результатів.

Оцінка рівня екологічної небезпеки: на основі отриманих даних проводилася оцінка рівня екологічної небезпеки сміттєзвалищ. Використовувалися спеціальні методики та показники, що дозволяли оцінити потенційний вплив сміттєзвалищ на довкілля та здоров'я людей.

Алгоритм екологічного моніторингу сміттєзвалищ наведено на рис. 2.1.

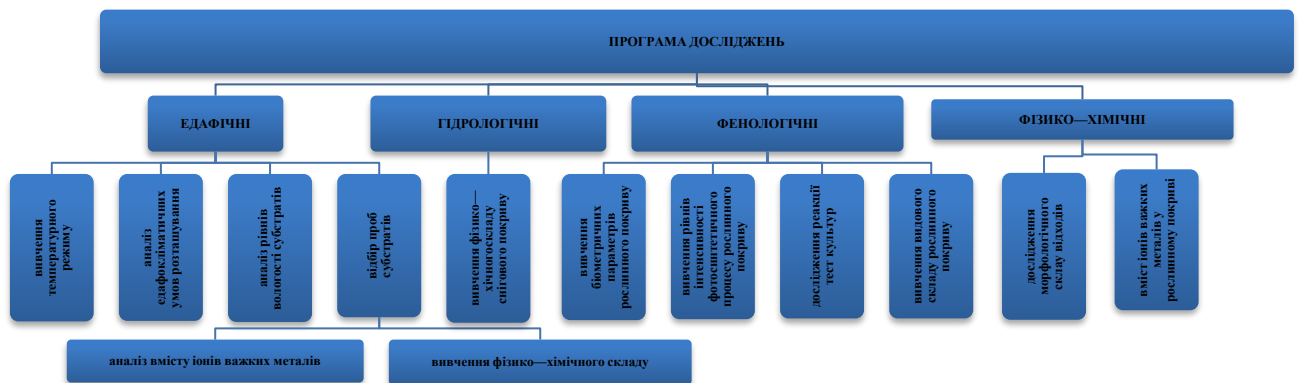


Рисунок 2.1 — Алгоритм екологічного моніторингу сміттєзвалищ

Розробка рекомендацій: на основі комплексного аналізу досліджень були розроблені рекомендації щодо управління та моніторингу сміттєзвалищ. Вони включали в себе заходи щодо утилізації відходів, поліпшення інфраструктури, контролю над впливом сміттєзвалищ на довкілля та інші аспекти, спрямовані на досягнення сталого та екологічно безпечного управління відходами.

## 2.2. Методи дослідження

У методології дослідження проблеми екологічної небезпеки сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області використовувалися різні наукові методи та методики. Основні з них включали фізичні, хімічні, екологічні та біологічні методи, а також застосування порівняння, класифікації, проектування, спостереження та аналізу результатів досліджень.

Процес дослідження розпочався з рекогносцирувальних досліджень, де було обрано три сміттєзвалища, що розташовані у Дрогобицькому та Стрийському районах Львівської області, де присутні туристично-рекреаційні комплекси та інфраструктура. Це включало Броницьке, Бориславське та Стрийське сміттєзвалища.

Після цього було проведено збір і узагальнення даних про територію сміттєзвалищ та їх районів загалом. Відбувся збір проб ґрунту та снігового покриву, а також фільтратів з усіх сторін горизонту на досліджених територіях. Зібрані зразки пройшли лабораторний аналіз для визначення хімічного складу та концентрації різних забруднюючих речовин.

Останнім етапом дослідження була аналітична обробка отриманих даних з досліджених територій. Це включало аналіз результатів лабораторних вимірювань, порівняння зі стандартами та нормативами, інтерпретацію результатів та формування висновків щодо рівня екологічної небезпеки сміттєзвалищ.

Застосування різних методів та методик дослідження дозволило отримати комплексну оцінку стану сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Результати досліджень надали наукову інформацію про рівень забруднення, види забруднюючих речовин, їх концентрацію та потенційну небезпеку для довкілля та здоров'я людей.

Отримані зразки пройшли лабораторний аналіз з використанням різноманітних методів. Для визначення хімічного складу та концентрації різних забруднюючих речовин, використовувалися методи атомної абсорбційної

спектрофотометрії, газової хроматографії, мас-спектрометрії, фотометрії та інших. Крім того, застосовувалися біологічні методи дослідження, такі як визначення біологічної активності ґрунту, виділення та ідентифікація мікроорганізмів.

Аналітична обробка отриманих даних здійснювалася з використанням статистичних методів, порівняння з нормативними показниками та попередніх досліджень. Були проведені статистичні аналізи, побудовані графіки, діаграми та інші візуалізації результатів, що дозволило отримати більш чітку картину стану сміттєзвалищ та оцінити екологічну небезпеку, яку вони представляють.

Програма дослідження включала також ретроспективний аналіз даних, який передбачав збирання та аналіз існуючої літератури, статистичних даних та інформації про попередні дослідження, що стосуються проблеми сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Це дозволило порівняти та оцінити динаміку забруднення та виявити можливі залежності між різними чинниками.

Пробні площі, які були обрані для дослідження, відображали різноманітні аспекти проблеми екологічної небезпеки сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Це включало різні географічні місця розташування сміттєзвалищ, різні розміри та ступені забруднення, а також різні умови та фактори, що впливають на екологічну ситуацію.

Програма дослідження була ретельно планована та виконана з дотриманням наукових принципів, методів та методик, що дозволило отримати достовірні та об'єктивні результати. Отримані дані можуть бути використані для розробки ефективних стратегій управління відходами та збереження довкілля в туристично-рекреаційному комплексі Львівської області [22].

Дослідження здійснювалися у Науково-дослідній лабораторії екологічної безпеки, яка функціонує в Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, Україна. Свідоцтво про відповідність системи керування вимірюваннями № РА091/21 від 30.11.2021 р., чинне до 29.11.2026 р., видане ДП «Львівстандартметрологія». Положення про НДЛ розроблено на основі

нормативного документа: «Порядок добровільного оцінювання системи керування вимірюваннями. Загальні вимоги та порядок проведення. СОУ 43.01-04725912-001.2016» (наказ ДП «Львівстандартметрологія» від 21.03.2016 р. № 648). Приміщення та навколишнє середовище лабораторії відповідає санітарним нормам, правилам і вимогам охорони праці.

У науково-дослідній лабораторії Фрайберської гірничої академії (Німеччина, Саксонія) вивчався вміст важких металів у субстратах за допомогою ICP-MS XSeries 2 (Thermo Scientific) (рис. 2.2).

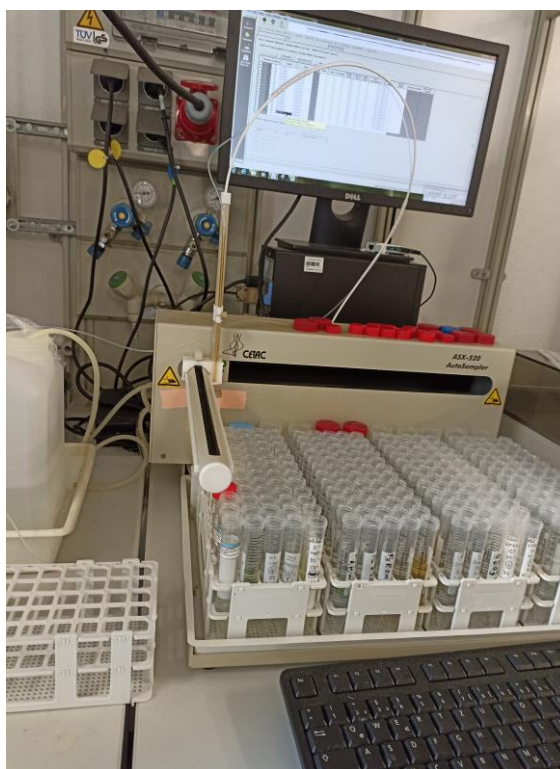


Рисунок 2.2 — ICP-MS XSeries 2 (Thermo Scientific) (фото автора)

Випробувальне та допоміжне обладнання, засоби вимірювальної техніки та матеріали лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності відповідають вимогам нормативної документації, а також повірені та атестовані згідно ДСТУ 3215-95, ДСТУ 2708:2006. Відбір усіх досліджених зразків проводився автором. Матеріал, який використовувався у даній роботі, містить більше 90 хімічних аналізів ґрунтового покриву та фільтратів сміттєзвалищ за період 2019-2021 рр. Дані результатами були зібрані окремо на кожному дослідженому сміттєзвалищі.

Для порівняльного стану сезонного стану змін хімічного складу була використана методика графічного аналізу – графічні побудови діаграм, графіків та карт.

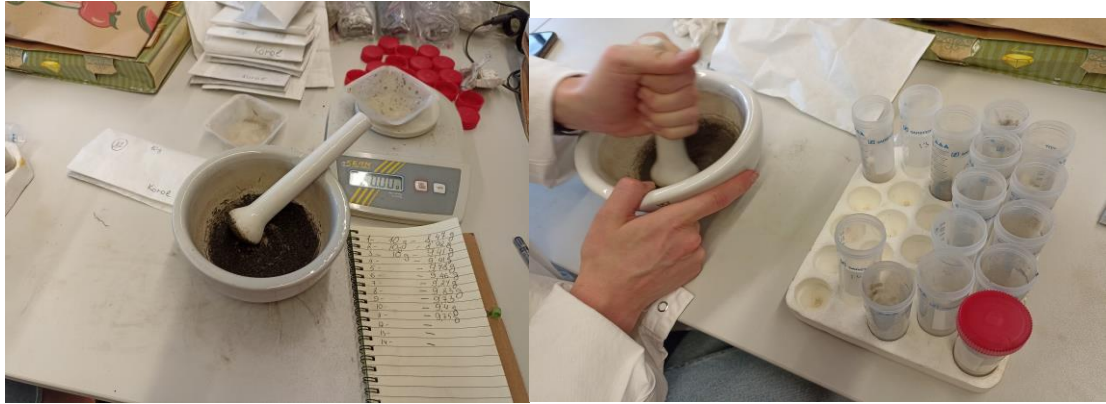


Рисунок 2.3 — Підготовка проб субстрату для аналізів (фото автора)

Для визначення вмісту важких металів проби ґрунту спалювали у тиглях в муфельній печі за температури  $+900\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 3 годин. Після цього в проби додавали суміш карбоната калію ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Вміст важких металів визначали за допомогою ICP-MS XSeries 2 (Thermo Scientific).



Рисунок 2.4 — Спалювання зразків у тиглях (фото автора)

Аналіз хімічного складу ґрунтового покриву відбирався кожного сезону на протязі 2019-2020 року. Проби відбиралися з кожної сторони горизонту Стрийського, Броницького та Бориславського сміттєзвалищ.



Дослідження показників талого снігу з територій сміттєзвалищ проводився в зимовий період. Досліджуваними об'єктами були зразки снігового покриву відібрані в лютому місяці. Аналіз проводився в лабораторії екологічної безпеки ЛДУБЖД.

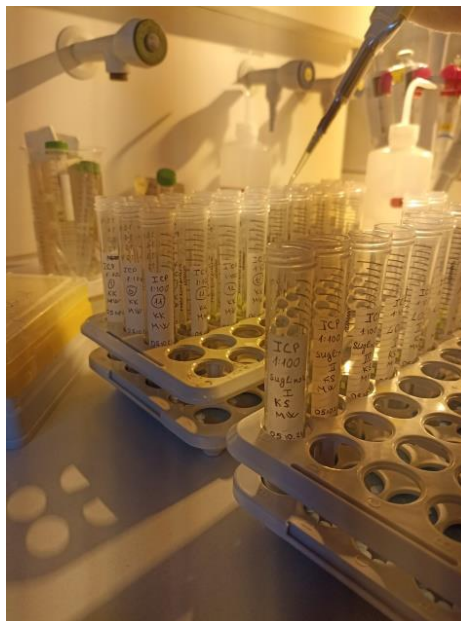


Рисунок 2.5 — Підготовка до аналізу (фото автора)

Важливу роль у прогнозуванні територіального забруднення атмосферного повітря, відводиться вивченню переважаючих напрямків вітрів, які є природними потоками перенесення забруднюючих речовин. Аналіз даного параметру проводиться на основі моніторингу метеорологічних спостережень на метеорологічних станціях які, як правило, знаходяться за межами міст.

Характеристики вітрового режиму належать до метеорологічних чинників, що найбільше впливають на концентрацію домішок в приземному шарі атмосфери і визначають умови їх приземного вимивання атмосферними опадами.

Також, було проведене дослідження на посів тест рослин, в яких ми отримали результати щодо придатності субстрату до родючості.

Температуру на поверхні сміттєзвалища втзначали за допомогою тепловізора «Fluke». Вологість субстратів визначено за допомогою вологоміру «МГ-44».

## 2.3. Пробні площі

### 2.3.1. Броницьке сміттєзвалище

Об'єкт дослідження розташований на території, яка знаходиться на стику природних лісових площ та ділянок сільськогосподарського призначення. Дане місцезнаходження, справляє вплив на гідрологічний режим, аеродинамічні характеристики регіону та на ландшафтний потенціал. Вирубвання лісового покриву суттєво змінює напрямок руху повітряних мас та впливає на регіональний мікроклімат [101, 143].



Рисунок 2.6 — Броницьке сміттєзвалище (фото автора)

**Ділянка №1** – розташована на західному боці сміттєзвалища, що межує з під'їзною дорогою та лісовими насадженнями. Едафотопи характеризується високим рівнем дигресійного порушення, утрудненим вологообміном між горизонтами та наявністю дефіциту вологості.

Трав'яний покрив представлений наступними видами: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарниковий склад: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) – 1-2 м (природне поновлення), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.) – 3-6 м., граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.).

Поодинокі трапляються шипшина звичайна (*Rosa canina* L.) і верба козяча (*Salix caprea* L.).

Розподіл проективного вкриття був наступним: трав'яний покрив – 40%, дерев – 10% і чагарників – 5%.

Ділянка №2 – розташована на північному боці, що межує із сільськогосподарськими угіддями і характеризується незначною пониженістю рельєфу. Трав'яний покрив наступний: пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), триреберник непахучий (*Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. Koch.).

Обабіч трапляються поодинокі насадження (зона екотону) яблуні лісової (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 10%, дерева – 5%.

Ділянка №3 – розташована на східному боці та межує із прилеглими лісовими насадженнями.

Трав'яний покрив наступний: хвощ лісовий (*Equisetum sylvaticum* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), чистотіл звичайний (*Chelidonium majus* L.).

Деревно-чагарниковий склад: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), поодинокі верба козяча (*Salix caprea* L.).

Розподіл проективного вкриття наступний: трав'яний покрив – 30%, дерева – 45%.

Ділянка №4 – ділянка розташована на південному боці об'єкта досліджень і межує з лісовими насадженнями.

Трав'яний покрив: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарниковий склад: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) – 1-2 м, робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.) – 3-6 м., дуб звичайний (*Quercus robur* L.) і ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.). Поодинокі трапляються шипшина звичайна (*Rosa canina* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 40%, дерева – 55%.

**Ділянка №5** – ділянка розташована в центральній частині сміттєзвалища.

Трав'яний покрив сформований поодинокими групами подорожника ланцетолистого (*Plantago lanceolata* L.) і багном звичайним (*Ledum palustre* L.).

Дерева практично не зустрічаються. Поодинокі зростають лише яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.) і шипшина звичайна (*Rosa canina* L.).

Розподіл проективного покриття наступний: трав'яний покрив – 40%, дерева – 3%.

Сукупний аналіз усіх зазначених вище пробних площ засвідчив, що частка трав'яного покриття становила 35%, а дерев – 40%.

### 2.3.2. Бориславське сміттєзвалище

Досліджуваний об'єкт розташований на відкритому просторі, на рівнинній території. Неподалік від сміттєзвалища розташовані виробничі комплекси сонячних батарей [101].



Рисунок 2.7 — Бориславське сміттєзвалище (фото автора)

**Ділянка №1** – розташована на західному боці сміттєзвалища, на в'їзді на його територію.

Трав'яний покрив представлений: стоколосом прямим (*Bromopsis erecta* (Huds.)), подорожником ланцетолистим (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), і дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростають шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 40%, дерева – 5—10%.

**Ділянка №2** – розташована на північному боці, поблизу крутого схилу, на якому помітними є неглибокі “сліди” водної ерозії.

Трав'яний покрив: пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), триреберник непахучий (*Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. Koch.).

Деревно-чагарникова рослинність: яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 10%, дерева – 5%.

**Ділянка №3** – розташована на східному боці, який межує поруч з лісовою площею.

Трав'яний покрив представлений: хвощем лісовим (*Equisetum sylvaticum* L.), полином гірким (*Artemisia absinthium* L.), стоколосом прямим (*Bromopsis erecta* Huds.), чистотілом великим (*Chelidonium majus* L.),

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростає верба козяча (*Salix caprea* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 25%, дерев – 50%.

**Ділянка №4** – ділянка розташована на південному боці сміттєзвалища, яке межує з відкритою ділянкою на якій не відбувається жодна господарська діяльність.

Трав'яний покрив: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.) і дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростають – шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 30%, дерева – 55%.

**Ділянка №5** – розташована в центральній частині сміттєзвалища, де зосереджена основна кількість відходів.

Трав'яний покрив: стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), хвощ лісовий (*Equisetum sylvaticum* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.), поодинокі зростає шипшина звичайна (*Rosa canina* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 40%, дерева – 5%.

Проведений аналіз пробних площ показав наступну структуру рослинного покриву: трав'яний покрив – 50%, дерева – 45%.

### 2.3.3. Стрийське сміттєзвалище

Розглянутий об'єкт розташований на території, яка межує з автодорогою, залізничними коліями, полем, кладовищем та гаражними приміщеннями.



Рисунок 2.8 — Стрийське сміттєзвалище (фото автора)

**Ділянка №1** – розташована на західному боці сміттєзвалища і межує з автодорогою.

Трав'яний покрив: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростають – шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 15%, дерева – 45%.

**Ділянка № 2** – розташована на північному боці сміттєзвалища, поблизу залізничного полотна.

Трав'яний покрив: пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), триреберник непахучий (*Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. Koch.).

Деревно-чагарникова рослинність: яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 10%, дерева – 5%.

**Ділянка № 3** – розташована на східному боці, поблизу лісових насаджень.

Трав'яний покрив: хвощ лісовий (*Equisetum sylvaticum* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.).

Поодинокі зростають – чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростають – шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 15%, дерева – 50%.

**Ділянка № 4** – розташована на південному боці сміттєзвалища, поблизу заїзду автотранспорту для вивантаження відходів.

Трав'яний покрив: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: береза повисла (*Betula pendula* Roth.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Поодинокі зростають – шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 40%, дерева – 55%.

**Ділянка № 5** – розташована в центральній частині сміттєзвалища.

Трав'яний покрив: багно звичайне (*Ledum palustre* L.), стоколос прямий (*Bromopsis erecta* Huds.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.).

Деревно-чагарникова рослинність: поодинокі зростають шипшина звичайна (*Rosa canina* L.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.).

Проективне вкриття: трав'яний покрив – 40%, дерев – 5%.

Проведений аналіз пробних площ показав наступне співвідношення рослинного покриву: трав'яний покрив – 30%, дерева – 25% площі.

Проведені дослідження показали, що трав'янисті і деревно—чагарникові види, зазнають значного техногенного впливу в процесі зростання на території сміттєзвалищ, що віддзеркалюється у сповільненні ростових процесів, зменшенні біометричних параметрів надземної вегетуючої частини і кореневої системи, у порушенні фізіологічних процесів.

Враховуючи це, важливо підкреслити необхідність збереження екологічної рівноваги для забезпечення підтримки сталого розвитку регіону дослідження.



## Висновки до Розділу 2

Алгоритм екологічного моніторингу сміттєзвалищ повинен передбачати складові; едафічні, гідрологічні, фенологічні, фізико-хімічні дослідження.

Застосування різних методів та методик дослідження дозволить отримати комплексну оцінку стану сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Результати досліджень нададуть наукову інформацію про рівень забруднення, види забруднюючих речовин, їх концентрацію та потенційну небезпеку для довкілля та здоров'я людей.

Рекультиваційні роботи не проводилися ні на одному з досліджених об'єктів. Проте на початку 2021 року такі роботи розпочалися на Бориславському та Стрийському сміттєзвалищ. Бронницьке сміттєзвалище з 2018 року вважається зачиненим, не діючим. На його території відбувається природня рекультивація.

Впродовж 2018-2023 рр. проведено низку польових досліджень на досліджуваних сміттєзвалищах. Увага фокусувалась на вивченні наявного таксономічного складу деревної і трав'янистої рослинності. На кожному із досліджуваних об'єктів було закладено по п'ять пробних площ, які відповідали сторонам горизонту та центру сміттєзвалища. Загалом було закладено 15 пробних площ у однорідних ділянках. Розмір кожної із них становив 10x10 м. Опис фітоценотичного складу проводилося за домінантним методом. Види, визначення яких була утрудненою, збирались, підлягали гербаризації згідно встановлених стандартів та подальшій ідентифікації.

Результати досліджень відображені у публікаціях [8, 38, 39, 157].

### РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО РЕГІОНУ

Територія Львівської області характеризується різноманітними природними ресурсами, такими як мінерально-сировинні, водні, земельні, лісові та рекреаційні ресурси. Ці ресурси впливають на розвиток господарського комплексу регіону і формування його просторової та галузевої структури [97].

Важливим екологічно небезпечним чинником, з яким стикається Львівська область, є проблема сміттєзвалищ. На багатьох територіях області існують незаконні сміттєзвалища, які спричиняють серйозні проблеми забруднення ґрунту, водних ресурсів та повітря. Розв'язання цієї проблеми вимагає ефективного впровадження системи сортування та утилізації відходів, розробки стратегії поводження з відходами та підтримки екологічно чистих технологій [25, 97].

#### 3.1. Клімат та мікроклімат

Досліджувана територія, де розташовані полігони ТПВ, належить до області континентально-європейського клімату, який характеризується переважанням атлантичних і трансформованих континентальних повітряних мас. Територія знаходиться в передгірному кліматичному районі, який має помірно-теплий клімат без різких температурних коливань. Характерними рисами цього клімату є достатнє зволоження, волога весна, дощове літо, тепла і суха осінь, а також м'яка зима. Особливості атмосферної циркуляції спричиняють зміну погодних умов на даній території [2, 69, 101].

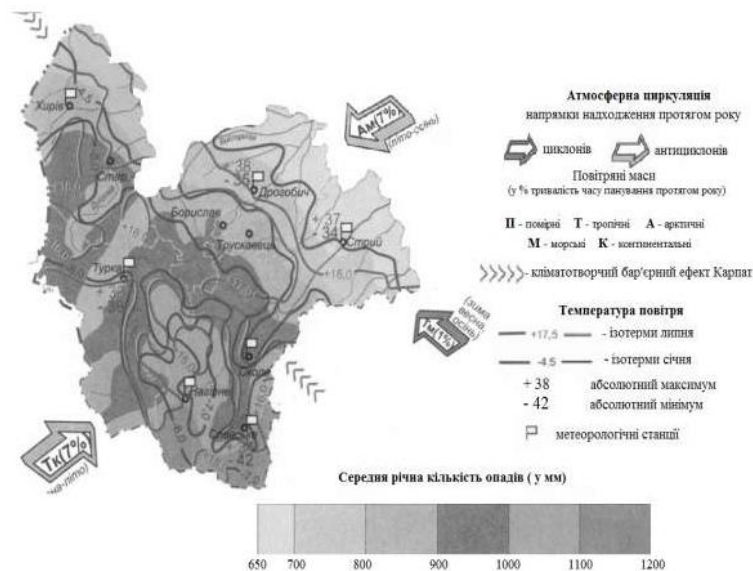


Рисунок 3.1 — Кліматична карта Східних Бескидів та їх околиць (в межах Львівської області) [2]

Проникнення різних повітряних мас впливає на зволоженість регіону. Наприклад, циклонічна погода та проникнення полярних повітряних мас є однією з основних причин надмірного зволоження району, особливо на західних територіях. Геологічні та геоморфологічні особливості разом із зволоженістю обумовлюють заболоченість значних територій.

Літо характеризується швидкою трансформацією полярних повітряних мас, що супроводжується зливами. Це призводить до інтенсивного розвитку ерозійних процесів і високої густоти ерозійного розчленування території.

Зимово проникає морське повітря, що підвищує температуру та сприяє відлигам. Середньорічна температура в регіоні становить  $+8,1^{\circ}\text{C}$ , амплітуда середньомісячних температур повітря не перевищує  $+30^{\circ}\text{C}$ , річні амплітуди в середньому складають  $+22,9^{\circ}\text{C}$ . Плюсові температури спостерігаються протягом всього року.

Кількість опадів у районі характеризується значною нерівномірністю, як за площею, так і впродовж року. Кількість опадів зростає у напрямку до гір. Річна кількість атмосферних опадів становить близько 741,1 мм, найбільші опади випадають у літні місяці (червень - серпень). Іноді випадає місячна норма опадів за одну добу [2, 25, 113].

Сніговий покрив спостерігається протягом 79 днів, його висота становить 16-30 см, а найбільша глибина промерзання ґрунту досягає 55 см. Зимовий період характеризується частими відлигами, які сприяють поповненню підземних вод. Середня багаторічна вологість повітря складає 65-84%, а середньорічна відносна вологість також становить 65-84%. Сніговий покрив з'являється в листопаді, а його середня висота становить 10,4 см.

Упродовж року переважають вітри західного, північно-західного та південно-західного напрямків, рідше - вітри східні. За середніми багаторічними даними, швидкість вітру становить 6,4 м/с [45].

Головним кліматотвірним чинником виступає радіаційний режим, який визначає основні закономірності цілорічного й територіального розподілу тепла на земній поверхні. Величина сумарної радіації в Східних Бескидах сягає 70,12 ккал·см - 2 [45]. Сонячне сяяння триває від 1480-1500 год на висотах 400-700 м над р.м. до 1100-1200 год. у межах 1000-1300 м над р.м. У львівській частині Східних Бескидів клімат формується циркуляцією і перенесенням атлантичних, континентальних та арктичних повітряних мас, циклонною й антициклонною активністю атмосфери (рис. 3.1). Трохи більше половини року панують переміщення повітря зі значною хмарністю й опадами [24]. Панівним напрямком повітряних потоків у регіоні Бескидів є західний. За даними метеостанцій, середньорічна швидкість вітру, становить від 1,5 до 3,5 м/с [113]. Найбільшим цей показник буває упродовж листопада-березня. Одним із природних факторів формування місцевого клімату – мезоклімату, є гірський рельєф. Улітку панує гірсько-долинна циркуляція повітря, а взимку й навесні - фєни і схиліві вітри, що можуть тривати до кількох діб [11, 112].

За метеоспостереженнями, середньорічна температура повітря перебуває у межах +5,2 +7,0°C. Розподіл температур визначається висотою місцевості над рівнем моря, експозицією та формами рельєфу. За останні 70 років абсолютний максимум температури повітря знаходився на рівні +38°C, абсолютний мінімум – 42°C [48]. Сума активних температур (понад +10°C) перебуває у межах 1600–2200°C.

Клімат округу є помірно континентальним та вологим. За даними М.С. Андріанова (1957 р.), в окрузі виділяються вертикальні термічні зони: помірна (в межах від 450-500 до 850 м), прохолодна (850-1250 м), помірно прохолодна (1250-1500 м) і холодна (1500-2000 м). Сума ефективних температур в цих зонах становить відповідно 1600-2000°, 1000-1600°, 600-1000°, 600° і менше. Середньорічна температура приблизно складає 6-7°C. Кількість опадів в нижніх частинах гір досягає близько 800 мм на рік, а на вершинах - до 1500 мм. Часті зливи в цих умовах супроводжуються значними ерозійними явищами. Вітровий режим непостійний і піддано впливу гірських хребтів. Тривалість вегетаційного періоду залежить від вертикальної зональності і становить 120-160 днів. В цілому, ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для росту і формування високопродуктивних біологічно стійких господарсько цінних деревостанів. [109].

Територія округу охоплює близько 50% площі Українських Карпат і включає ареали букових, буково-ялицевих, буково-ялинових лісів [24].

### 3.2. Рослинність

Лісозабезпеченість території регіону є дуже високою. На одну особу припадає 0,74 га лісової площі та 148 м<sup>3</sup> деревини. Ліси в окрузі представлені порівняно невеликою кількістю видів. В даний час вони піддані значному впливу господарської діяльності, і як наслідок, значна частина лісового фонду складається з вторинних деревостанів. Корінні деревостани залишилися малочисельними і представлені переважно чистими або змішаними буково-ялиновими високогірними лісами [25, 81, 111].

Різноманітність типів умов місцезростання в окрузі, обумовлена вертикально-зональними природно-кліматичними умовами та диференційованими за трофністю ґрунтовими умовами. Наприклад, в районі Зовнішніх Карпат домінують ялицеві бучини та суббучини, ялицево-смерекові бучини та суббучини, а також ялицево-букові насадження. На цих типах лісу формуються змішані високопродуктивні ялицево-букові, ялицево-смереково-

букові та буково-ялицеві деревостани. В складі порід домінують бук, рідше – ялиця, і додатково зустрічаються ялина, клен гостролистий, ясен, черешня, граб, явір, осика, береза. Бонітет цих насаджень високий. Запаси деревини досягають 1000 м<sup>3</sup> на гектар. У певних областях також зустрічаються монокультури ялиці, грабу та інших видів деревостанів, а представництво кущових видів є незначним. Серед них виділяються ліщина, бузина чорна і червона, шипшина, горобина, агрус, жимолость, малина, ожина. У трав'яному покриві переважають рослини з високими потребами до багатства живлення, такі як зеленчук жовтий, проліска багаторічна, копитняк європейський, маренка запашна, папороть чоловіча, осока волосиста та ін. [112].

У залежності від висотної поясності, формуються різноманітні типи лісу. На нижніх частинах схилів в межах висот 500-700 м переважають вологі ялиново-букові та грабово-буково-ялинові насадження. На вищих поясах зустрічаються ялицево-букові суббучини, ялинові та ялицеві насадження. Дані типи лісу формуються на щербенистих ґрунтах.

Породний склад лісів також залежить від впливу людської діяльності. Внаслідок господарської діяльності людини багато сучасних лісів є вторинними деревостанами, в основному монокультурами. Корінних реліктових деревостанів залишилося дуже мало і вони зустрічаються лише на окремих ділянках.

У складі вторинних деревостанів поширені насадження бука з грабом та іншими породами, а також насадження з вільхи сірої, особливо у річкових долинах. Продуктивність вторинних насаджень значно нижча, вони часто пошкоджуються ентомологічними шкідниками та фітопатологічними захворюваннями.

Важливою проблемою у лісовому господарстві егіону є лісовідновлення. Головною метою є розширення корінних деревостанів та підвищення їх продуктивності. Основний метод лісовідновлення – природне поновлення, яке ґрунтується на максимальному використанні природного підросту та

поновлення цінних порід на лісосмугах вибіркового рубок головного користування.

### 3.3 Ґрунти та ґрунтоутворні породи в регіоні

В ґрунтовому покриві регіону переважають бурі слабоопідзолені лісові ґрунти. Для більш підвищених ділянок місцевості характерні світло-бурі ґрунти різного ступеня оглеєння, а в середній частині схилів-темно-бурі оглеєні ґрунти.

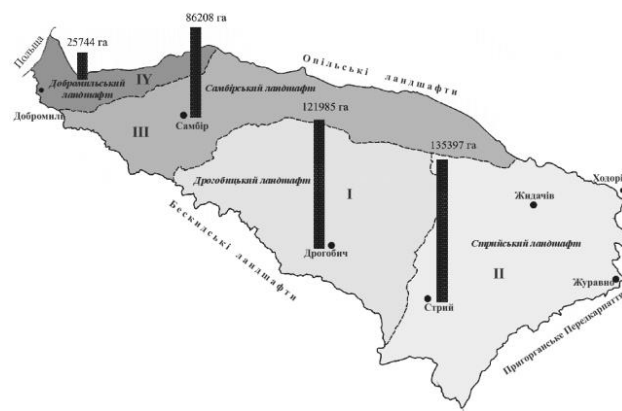


Рисунок 3.2 — Складові Прибескидсько Передкарпаття: I -Дрогобицький ландшафт; II - Стрийський ландшафт; III - Самбірський ландшафт; IV-Добромільський ландшафт

Найбільшу частку від загальної території Прибескидського Передкарпаття (37,0 %) в цьому ландшафті займає територія Стрийського ландшафту (рис. 3.2). Ландшафт розчленований широкими долинами річок: Дністер, Стрий, Свіча, Бережниця, Колодниця. Ландшафтні місцевості мають видовжені форми і простягаються з південного—заходу на північний схід. Найбільш поширені місцевості це: поверхні другої надзапlavної тераси з дерновими глеуватими середньо суглинковими щербенистими ґрунтами на алювіальних відкладах, під різнотравними луками, частково розорані; днища долин рік з блукаючими руслами, виповнені свіжим галечниковим, супіщаним та суглинковим алювієм з фрагментарними дерновими глейовими і болотними ґрунтами під верболозами і гігрофітною лучною рослинністю; розчленовані

поверхні четверто-п'ятої терас з буро-середньо- і сильно-підзолистими поверхнево-оглеєними середньосуглинковими середньозмитими ґрунтами, переважно розорані, частково під дубовими і грабово-сосново-дубовими лісами.

В річкових долинах Бистриці і Тисмениці поширюються місцевості – поверхні першої надзаплавної тераси з лучними глеюватими середньо і важкосуглинковими ґрунтами на алювіальних суглинках під злаково-різнотравними луками, частково розорані та поверхні другої надзаплавної тераси з дерновими глеюватими середньо суглинковими щербенистими ґрунтами на алювіальних відкладах, під різнотравними луками, частково розорані.

### **3.4. Морфологічний склад сміттєзвалищ в досліджуваному регіоні**

Боротьба з несанкціонованими сміттєзвалищами та вдосконалення управління відходами є важливим завданням в контексті збереження екологічної чистоти та привабливості туристичних місць.

Розвиток туристичної галузі має складний та багатогранний характер, і його вплив на суспільство та довкілля об'єктивно аналізується з точки зору наукових досліджень. У відповідності з цим, цитуючи авторитетні наукові джерела, варто висвітлити як позитивний, так і негативний вплив розвитку туризму.

З метою досягнення сталого розвитку туризму у Львівській області, важливо враховувати не лише позитивні аспекти його розвитку, але й вплив на довкілля та приймати науково обґрунтовані заходи для мінімізації негативного впливу на довкілля. Незадовільна експлуатація та санітарний стан організованих полігонів твердих побутових відходів міст і селищ області на яких використовують найбільш неефективний спосіб поводження з відходами – захоронення відкритим способом, призводить до забруднення довкілля та втрати енергетичних і матеріальних ресурсів. Дуже гострою проблемою



отруєння ними водних джерел та водоносних горизонтів. Причиною є так званий фільтрат, що утворюється з природних осадів, які проходять через шари сміття та збагачуються важкими металами й токсичними речовинами.

Для вирішення проблеми безпечного поводження з побутовими відходами в області можна розглянути такі заходи: створення сучасних сміттесортувальних ліній, полігонів та спеціалізованих підприємств для збору побутових відходів, запобігання утворенню сміття, підготовку до повторного використання відсортованих відходів як вторинної сировини та переробку сміття, яка може відбуватися за допомогою механіко-біологічної обробки та інших сучасних методів. Для успішної реалізації цих заходів необхідно створити орган управління відходами, який буде координувати та контролювати процеси поводження з відходами в області.

У Львові працює станція компостування. Після закриття найбільшого сміттєзвалища Львівської області, що у с. Великі Грибовичі, гостро постала проблема поводження з ТПВ від населення. Важливою складовою поводження з ТПВ було визначено сортування на окремі фракції та зменшення органічної фракції у складі ТПВ.

На даний час в області відсутні діючі полігони твердих побутових відходів, сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи. На більшість сміттєзвалищ відсутня проектна документація про відведення земельної ділянки, документи, що засвідчують право на землю, за винятком рішень органів місцевого самоврядування. Розв'язання проблеми безпечного поводження з ТПВ в області можливе через створення сучасних сміттесортувальних ліній, полігонів та спеціалізованих підприємств зі збору ТПВ [61, 71].

Згідно зі статистичними даними, на території Львівської області налічується понад 219 млн. тонн відходів, з них 36,886 тис. тонн відходів I—III класу небезпеки.

Одним із небезпечних відходів є відпрацьовані джерела енергії: батарейки, акумулятори від телефонів, інших електронних засобів.

Департаментом екології та природних ресурсів спільно з Мінприроди України реалізовано впровадження на території Львівської області пілотного проекту «Викидай правильно».

З метою оцінки проведення рекультивації досліджених сміттєзвалищ необхідно вивчити їх морфологічний склад. Це дасть змогу в подальшому обрати правильний напрям фіто меліоративних робіт.

Об'єктами дослідження були обрані сміттєзвалища туристично рекреаційного комплексу Львівської області, зосереджені в Передкарпатському округу (рис. 3.3).

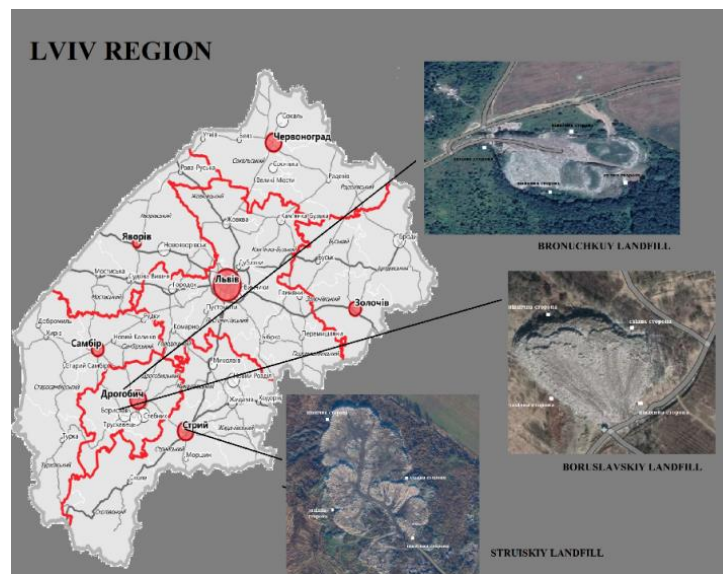


Рисунок 3.3 — Карта Львівської області з зображеними дослідженими сміттєзвалищами

Львівська область розташована в західній частині України, та межує з державою Європейського Союзу – Польщею. Область займає південно—західну окраїну Східно – Європейської рівнини і західну частину північного макросхилу Українських Карпат. Територія Львівської області – 21,8 тис. км<sup>2</sup> (3,6 % території України), поділена на 7 районів, кожен з яких поділений на територіальні громади [43].

Ділянка **Стрийського сміттєзвалища** (рис. 3.4) розташована в межах північно-західної околиці міста Стрия і межує:

— з півночі та сходу — землями технікуму механізації та електрифікації сільського господарства та землі Заплатинської сільської Ради;

— з півдня та заходу — Стрийської дистанції колії Львівської залізниці, та авто дорогою Стрий — Заплатин;

Транскордують сюди побутові відходи з району відповідно із міст Стрий, Моршин, Сколе, смт. Славське. Географічні координати 49.276430, 23.826540. Площа сміттєзвалища становить 22,5 га.



Рисунок 3.4 — Стрийське сміттєзвалище Львівської області з відмітками відбору проб (Google maps)

Карта складування ТПВ займає південно східну частину полігону на площі 8,4 га. В межах карти заскладоване сміття в кількості 50,0 тис.м<sup>3</sup>. Перед початком облаштування карти необхідно звільнити площу від заскладованого сміття, шляхом переміщення його на площу існуючого полігону.

На сьогодні полігон ТПВ м. Стрий обслуговує Стрийський міський комбінат комунальних підприємств. На захоронення відходи приймаються з м. Стрий та інших населених пунктах Стрийського та інших районів, відповідно до укладених угод.

Санітарно-захисна зона запланованого об'єкту становить 500 м. Розміри СЗЗ дотримано, в її межах відсутні окремі житлові будівлі. До найближчої житлової забудови відстань – 1,0 км, відстань. В межах території ДПТ відсутні підземні джерела та водозабори.

Ділянка планової діяльності межує з ділянками статус яких на сьогодні не визначено. Відстань від ділянки полігона до р. Стрий – 4,3 км. Заплановану СЗЗ полігона ТПВ дотримано.

Земельна ділянка, на якій заплановано проведення робіт з реконструкції полігона відноситься до Передкарпатської рівнини і знаходиться в межах Стрийсько-Жидачівська улоговини, яка відноситься до Верхньо—Дністровської алювіальної рівнини.

Територія досліджень в геоморфологічному відношенні розташована в межах другої надзапавної тераси р. Стрий. Місто Стрий розташоване на лінії водорозділу між басейнами р. Стрий та притоків р. Дністер. Поверхня водорозділу в районі м. Стрия має абсолютні відмітки 295-300м. Територія сміттєзвалища розташована в межах північно-західного схилу водорозділу з абсолютними відмітками 294-295м. Поверхня території сміттєзвалища рівна з незначним нахилом в північному та північно-східному напрямку.

Валуни, галька та гравій складаються переважно із пісковиків на кременистому та вапняковому цементі, рідше — кварцитів, кременів. Всі фракції добре обкатані, переважно яйцевидної та плоскої форми. Гравій становить більше 60% заповнювача, решту – фракції менше 5 мм. Повсюдно зустрічаються прошарки і лінзи супісків і пісків сірих з включенням зерен кварцу. Потужність галечника досягає 15-18.0 м, він є основним акумулятором підземних вод Стрийського родовища. Рельєф території досліджень рівнинний, акумулятивно-денудаційний. В межах ділянки відкрито четвертинний водоносний горизонт. Основним джерелом живлення горизонтів є атмосферні опади. Територія існуючого полігону має вигляд правильного прямокутника зі сторонами приблизно 500х300 м. Основним сучасним фактором формування рельєфу ділянки існуючого полігону є техногенна діяльність людини. Результатом такої діяльності є формування ландшафту кар'єрного типу, а саме чергування уступів та відвалів різної висоти та площі, виповнених товщею побутового сміття різної потужності. Видима потужність сміття становить 5,0-7,0 м. Навколо проектованої ділянки розміщені озеленені території. В цілому

стан довкілля на території проектування можна характеризувати як задовільний.

Ділянка **Броницького сміттєзвалища** розташована у Дрогобицькому районі Львівської області, за 13 км від північної межі м. Дрогобича, поблизу села Брониця. Географічні координати 49.429954, 23.435612. Полігон функціонував з 1983 року та 2018 року його закрили. Географічні координати 49.429954, 23.435612. Його площа дорівнює 3,48 га (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 — Броницьке сміттєзвалище Львівської області з відмітками відбору проб (Google maps)

Під'їзд облаштований дорогою, частково проведений обвідний рів для фільтрату, відсутня огорожа і система збирання та відведення фільтрату. З 2018 року закрите. Нагромадження відходів не відбувається. Рекультиваційні роботи не проводяться. В даній місцевості переважаючими є південно-східні напрямки вітрів, дещо рідшими є північно-західні. Температурний розподіл свідчить про переважання плюсових денних температур під час відбирання досліджуваних зразків (+10 °С +25 °С), які чергувались у певні дні із нічними холодами (+3 °С +15 °С). Поширення вітру більш зосереджене у східній стороні, яке розносило залишки речовин в оточуючий лісовий масив [150].

Приймання відходів на сміттєзвалище не контролювалося, повсюдно спостерігався безперешкодний доступ до тіла звалища. Фільтрат відводився хаотично та не перероблявся. Вирівнювання схилів бульдозерами не проводилося. Моніторинг за небезпечними речовинами не здійснювався. Огородження Броницького сміттєзвалища ТПВ закидані шаром сміття або відсутні взагалі. У нічний час сміттєзвалище не освітлювалося. Біоакустичні,

звукові системи відлякування птахів та первинні засоби пожежогасіння були відсутні. Через таке становище Броницьке сміттєзвалище ТПВ замість спеціалізованої споруди перетворилося на стихійне сміттєзвалище, що призвело до його зачинення. Рекультивація на даній території не проводилася і не проводиться.

Санітарно-захисна зона об'єкту становить 500 м. Проте розміри не дотримані, в її межах наявні поля з сільськогосподарськими насадженнями населення селища Броніця. До найближчої житлової забудови відстань – 1,8 км, відстань. В межах території відсутні підземні джерела та водозабори.

Ділянка планової діяльності межує з ділянками лісового фонду та сільськогосподарськими угіддями. Земельна ділянка відноситься до Передкарпатського району. Поверхня території сміттєзвалища рівна. Основним джерелом живлення горизонтів є атмосферні опади. Територія існуючого полігону має вигляд квадрата зі сторонами приблизно 300x300 м. Основним сучасним фактором формування рельєфу ділянки існуючого полігону є техногенна діяльність людини. Результатом такої діяльності є формування ландшафту кар'єрного типу, а саме чергування уступів та відвалів різної висоти та площі, виповнених товщею побутового сміття різної потужності. Видима потужність сміття становить 2,0—3,0 м.

Навколо ділянки розміщені озеленені території. В цілому стан довкілля на території можна характеризувати як задовільний.

Ділянка **Бориславського сміттєзвалища** розташована в Дрогобицькому районі Львівської області з північно-східної сторони окраїни міста Борислав. Географічні координати 49.308329, 23.424374. Його площа становить 3 га (рис. 3.6).

З 2021 року компанією «Грін Ера» було розпочато роботу по впорядкуванню Бориславського сміттєзвалища.

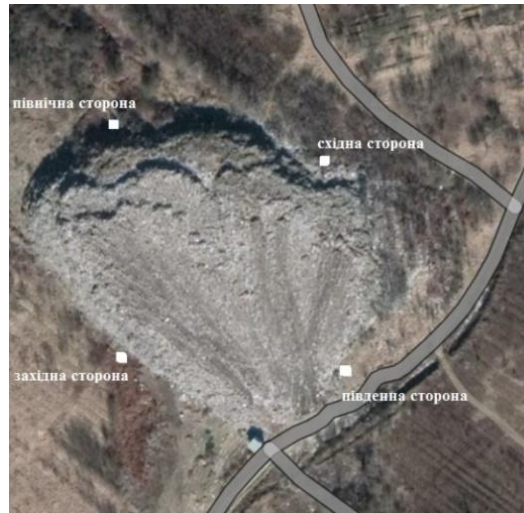


Рисунок 3.6 — Бориславське сміттєзвалище Львівської області з відмітками відбору проб (Google maps)

До 2021 року приймання відходів на сміттєзвалищі не контролювалося, повсюдно спостерігався безперешкодний доступ до тіла звалища. Фільтрат відводився хаотично та не перероблявся. Вирівнювання схилів бульдозерами не проводилося. Моніторинг за небезпечними речовинами не здійснювався. Огородження були відсутні взагалі. У нічний час сміттєзвалище не освітлювалося. Біоакустичні, звукові системи відлякування птахів та первинні засоби пожежогасіння були відсутні.

Проте, з 2021 року почалися роботи та на даний момент на території сміттєзвалища:

- впорядковано під'їзну дорогу до полігону та викопано глибокі траншеї для відводу стічних вод;
- перекопано інші під'їзди до сміттєзвалища для контрольованого доступу, що унеможливує несанкціонований ввіз твердих побутових відходів;
- змонтовано мережу освітлення, якою буде охоплена уся територія полігону. Використано енергоощадні технології. На постійній основі буде освітлюватись в'їзд на об'єкт та робоча зона, світло на решті території буде вмикатись за допомогою датчиків руху;
- встановлено камери відеоспостереження з трансляцією на цілодобовому ютуб-каналі;

- на території розмістили офіс з майданчиком для огляду сміття та електронними вагами для зважування ТПВ.

Санітарно-захисна зона об'єкту становить 500 м. Розміри дотримані. До найближчої житлової забудови відстань – понад 2 км, відстань.

Територія існуючого полігону має вигляд квадрата зі сторонами приблизно 250х300 м. Основним сучасним фактором формування рельєфу ділянки існуючого полігону є техногенна діяльність людини. Результатом такої діяльності є формування ландшафту кар'єрного типу, а саме чергування уступів та відвалів різної висоти та площі, виповнених товщею побутового сміття різної потужності. Видима потужність сміття становить 2,0-3,0 м. Навколо ділянки розміщені озеленені території. В цілому стан навколишнього середовища на території можна характеризувати як задовільний.

Було проведено дослідження морфологічного складу ТПВ, які знаходяться на території кожного з досліджених сміттєзвалищ згідно «Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів», затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.10 р. за № 39, з чого були отримані наступні дані (рис. 3.7).

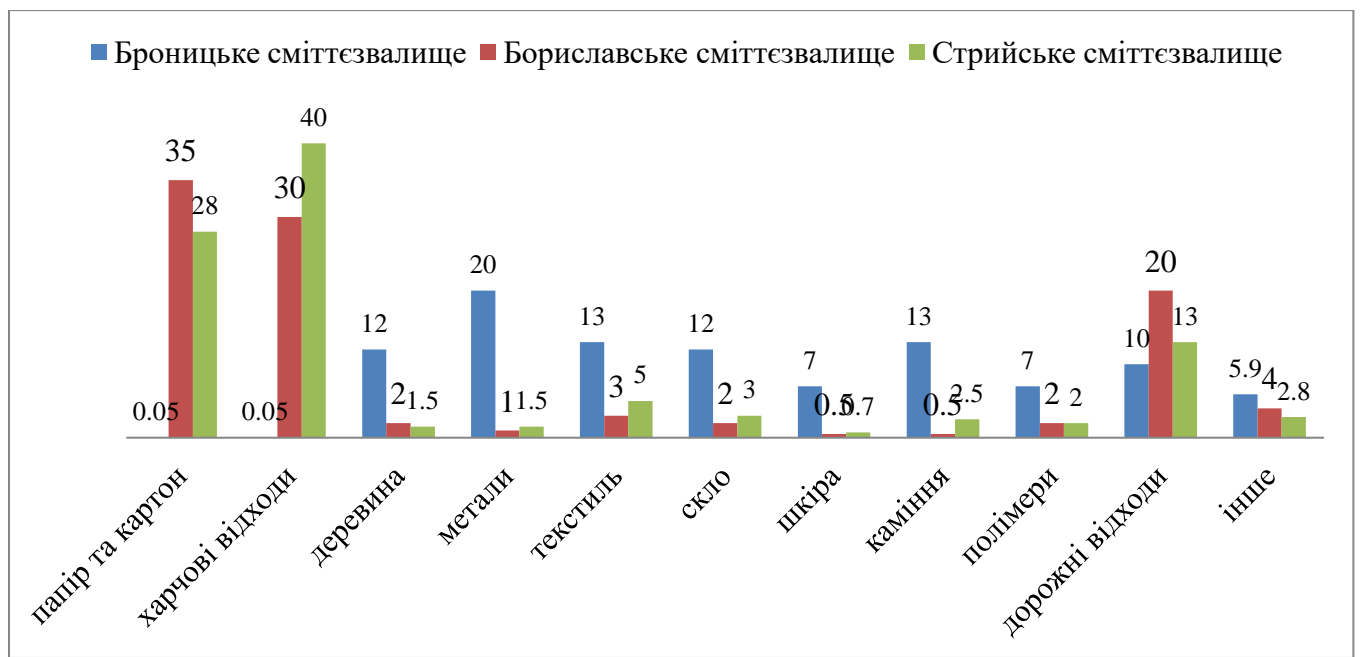


Рисунок 3.7 — Морфологічний склад сміття на територіях Броницького, Бориславського та Стрийського сміттєзвалищ (літо 2020 р.)



З досліджень морфологічного складу сміття на трьох досліджених сміттєзвалищах (Броницькому, Бориславському і Стрийському) видно певні відмінності у складі твердих побутових відходів.

На Броницькому сміттєзвалищі, яке не функціонує з 2018 року, найбільший обсяг складають метали (20%), деревина та скло (12%), текстиль та каміння (13%), шкіри та полімери (7%) та дорожні відходи (10%). Целюлоза та харчові відходи практично не зустрічаються (0,05%). Це свідчить про переважання відходів, які мають більший термін розкладання.

На Бориславському сміттєзвалищі, яке функціонує, переважають целюлозні відходи (35%), харчові відходи (30%) та дорожні відходи (20%). Значно меншою кількістю представлені деревина, скло та полімери (2%), текстиль (3%), метали (1%) та шкіра та каміння (0,5%).

На Стрийському сміттєзвалищі, також функціонуючому, переважають відходи харчової промисловості (40%), целюлози (28%) та дорожні відходи (10%). Значно меншою кількістю можна зустріти відходи деревини, каміння та металів (1,5%), текстилю (5%), скла (3%), полімерів (2%) та шкіри (0,7%).

Загальною тенденцією на досліджених сміттєзвалищах є переважання харчових та дорожніх відходів, а також значна кількість целюлози. Водночас, вироби зі шкіри, металу та скла зустрічаються в меншому відсотковому співвідношенні. Це свідчить про те, що незалежно від функціонування сміттєзвалища, тверді побутові відходи будуть зберігатися та розкладатися протягом багатьох років.

Район, в якому розташовані досліджені сміттєзвалища (Броницьке, Бориславське, Стрийське), знаходиться в Львівській області, Україна. Броницьке сміттєзвалище не функціонує з 2018 року, тоді як Бориславське і Стрийське сміттєзвалища є діючими.

За дослідженням морфологічного складу сміття на Броницькому сміттєзвалищі, переважають відходи металів (20%), деревини та скла (12%), текстилю та каміння (13%), шкіри та полімерів (7%) та дорожні відходи (10%). Целюлоза та харчові відходи (0,05%) майже не зустрічаються.

На Бориславському сміттєзвалищі, переважають целюлозні (35%), харчові (30%) та дорожні (20%) відходи. Значно менше зустрічаються деревина, скло та полімери (2%), текстиль (3%), метали (1%) та шкіра та каміння (0,5%).

Стрийське сміттєзвалище характеризується переважанням відходів харчової промисловості (40%), целюлози (28%) та дорожніх відходів (10%). Значно менше можна зустріти відходи деревини, каміння та металів (1,5%), текстилю (5%), скла (3%), полімерів (2%) та шкіри (0,7%).

В загальному, на діючих сміттєзвалищах переважають викид харчових та дорожніх відходів, а також велика кількість целюлози. В меншому відсотковому співвідношенні представлені вироби зі шкіри, металу та скла.

Отримані дані свідчать про те, що незалежно від функціонування сміттєзвалища, тверді побутові відходи зберігатимуться та розкладатимуться протягом багатьох років.

Результати дослідження морфологічного складу сміття можуть бути використані для розробки стратегій управління відходами, включаючи вдосконалення системи сортування та переробки відходів, з метою зменшення негативного впливу на довкілля.

### **Висновки до Розділу 3**

Регіон, на території якого функціонує Броницьке, Бориславське і Стрийське сміттєзвалища, перетинається з проблемами пов'язаними з управлінням твердими побутовими відходами.

Переважання харчових відходів та великої кількості целюлози на сміттєзвалищах свідчить про неефективну систему сортування та переробки відходів в регіоні. Присутність значних обсягів металевих відходів, скла та полімерів вказує на необхідність вдосконалення системи рециклінгу та повторного використання цих матеріалів.

Броницьке сміттєзвалище, яке не функціонує з 2018 року, відзначається великим вмістом металів (20%), деревини та скла (12%), текстилю та каміння

(13%), шкірі та полімерів (7%), а також дорожніх відходів (10%). Бориславське сміттєзвалище, яке функціонує, має перевагу в целюлозних відходах (35%), харчових відходах (30%) та дорожніх відходах (20%). Водночас деревина, скло та полімери (2%), текстиль (3%), метали (1%) та шкіра та камінь (0,5%) представлені в невеликій кількості. Стрийське сміттєзвалище, також функціонуюче, характеризується переважанням відходів харчової промисловості (40%), целюлози (28%) та дорожніх відходів (10%). У меншому обсязі зустрічаються відходи деревини, каменю та металів (1,5%), текстилю (5%), скла (3%), полімерів (2%) та шкіри (0,7%).

Загальна тенденція на досліджених сміттєзвалищах — переважання харчових та дорожніх відходів, а також значна кількість паперу та картону. Вироби зі шкіри, металу та скла зустрічаються в меншому відсотковому співвідношенні, свідчачи про довготривалу збереженість твердих побутових відходів.

Результати морфологічного аналізу твердих побутових відходів можуть бути використані для розробки стратегій управління відходами, зокрема для покращення системи сортування та переробки з метою зменшення негативного впливу на довкілля.

Результати досліджень відображені у публікаціях [36, 40, 54, 111, 166].

## РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СМІТТЄЗВАЛИЩ У МЕЖАХ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ОКРУГУ

### 4.1. Фізико-хімічні властивості неорельєфу сміттєзвалищ

Відбір проб на різних глибинах та у різні сезони дозволив отримати комплексну інформацію про фізико-хімічні властивості ґрунту та рівень забруднення.

Аналіз рН ґрунту вказує на його кислотність або лужність, що може впливати на хімічні процеси та доступність речовин для живих організмів. Вимірювання сухого залишку дозволяє визначити вміст твердих речовин у ґрунті, що може бути пов'язано з накопиченням побутових відходів.

Виявлення гідрокарбонатів, хлору, сульфатів, оксиду азоту, нітратів, фосфатів, кальцію, магнію, феруму, амонію, хімічної складової кисню та нафтопродуктів у ґрунті свідчить про можливе забруднення внаслідок викидів та переробки ТПВ. Ці речовини можуть мати шкідливий вплив на ґрунтові мікроорганізми, рослини та водні екосистеми.



Рисунок 4.1 — Зразки висушених субстратів сміттєзвалищ (фото автора)

### 4.1. Фізико-хімічні властивості неорельєфу Броницького сміттєзвалища

Для Броницького сміттєзвалища рН ґрунту коливається в межах 6,6- 8,1. Розглянувши детальніше можна побачити таку динаміку на сміттєзвалищі в розрізі 5, 10 та 15 см посезонно.

В розрізі 5 см західна сторона сміттезвалища на протязі усіх сезонів має водневий показник близько нейтральний, в проміжку 6,6-6,8. Південна сторона в свою чергу показує нам найбільш лужні зразки 6,9-7,6. При дослідженні зразків ґрунту зі східного боку весняний зразок показав нам нейтральність (6,6) та лужність у інші сезони відбору. Північна сторона нейтральність (6,6) показувала при осінніх відборах проб, та на протязі інших сезонів була лужною (7,1-7,6). (рис. 4.2)

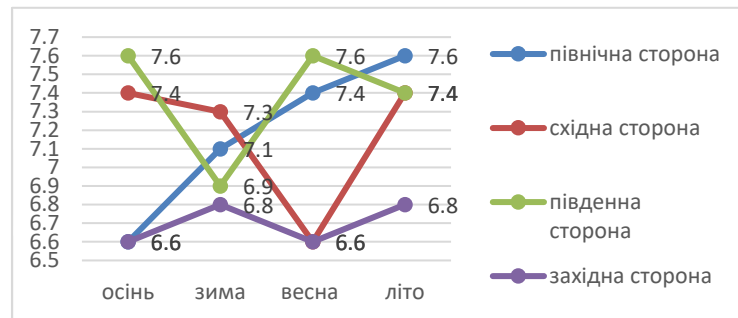


Рисунок 4.2 — Водневий показник в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттезвалища

В розрізі 10 см західна сторона сміттезвалища коливається від 6,8-7,7, де нейтральним зразком виявився літній відбір, а осінь-зима-весна лужними (7,4-7,1-7,7). Південний бік на протязі усіх сезонів майже не відрізняється в своїх показниках лужності (7,2-7,4). Дослідження східного боку сміттезвалища (7,2-7,7) показують лужність на протязі усіх досліджуваних сезонів, та північна сторона не відступала у своїй лужності (7,5-7,7). (рис. 4.3)

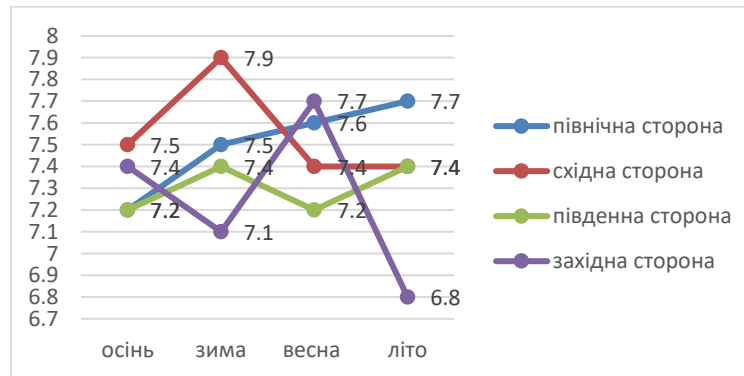


Рисунок 4.3 — Водневий показник в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттезвалища

В розрізі 15 см усі показники посезонно показували нам лужність відібраних проб. Західний бік сміттєзвалища коливався в проміжках 8,1-8,3 (осінь-зима-весна), що свідчить про лужність даного зразку ґрунту та літній відбір - 6,9. Південний (7,7- 8,3) та східний (7,7-8,1) бік сміттєзвалища був на рівні не зважаючи на пору року. Північна сторона найбільший показник показувала нам восени (8,1) та найнижчий літом (7,4), проте лужність в них не змінилася. (рис. 4.4)

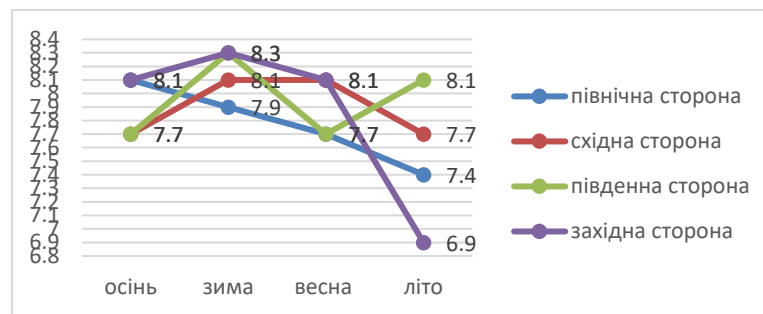


Рисунок 4.4 — Водневий показник в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища

В розрізі детальніше ми побачили нейтральність ґрунтів з західної сторони, проте нижче в розрізі 15 см вони вже стали лужними.

Сухий залишок який утворився зі зразків ґрунту при дослідженні коливався в межах 114-269 мг/дм<sup>3</sup>. Розглянемо детальніше по розрізам отриманий залишок на рис. 4.5-4.7.

Зразки ґрунту отримані з розрізу 5 см посезонно показали різну вагу сухого залишку. Північний бік сміттєзвалища показав найбільше сухого залишку (247 мг/дм<sup>3</sup>) у весняний період та найменше (148 мг/дм<sup>3</sup>) в осінній. Східна сторона у весняний період (236 мг/дм<sup>3</sup>) дала найбільше залишку та осінній (123 мг/дм<sup>3</sup>) найменше. Південний бік при дослідженні найбільше залишку залишив в зимовий період (228 мг/дм<sup>3</sup>) дослідження та найменше (118 мг/дм<sup>3</sup>) в осінній. Західний бік найменше сухого осоду залишив у літній період (114 мг/дм<sup>3</sup>), а найбільше – у зимовий (248 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 4.5).

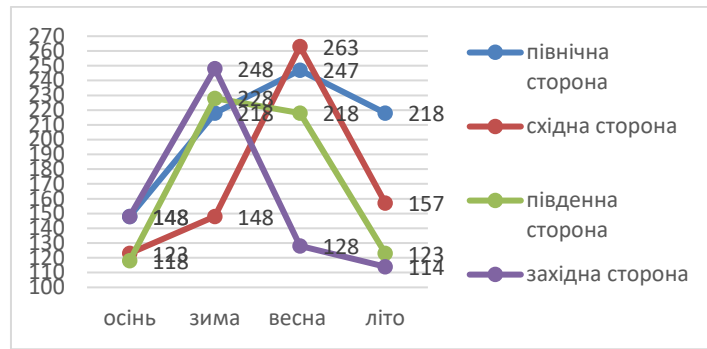


Рисунок 4.5 — Сухий залишок в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Розріз 10 см дав нам отримати результати північної сторони з найбільшою вагою (264 мг/дм<sup>3</sup>) сухого залишку в зимовий період та найменшою – (123 мг/дм<sup>3</sup>) у літній період. Східний бік найменше залишку залишив в осінній період (119 мг/дм<sup>3</sup>) та найбільше у весняний (269 мг/дм<sup>3</sup>). З південної сторони найбільше залишку отримано під час осіннього періоду (264 мг/дм<sup>3</sup>) та найменше (234 мг/дм<sup>3</sup>) у весняний. Та з західної сторони у осінній період (156 мг/дм<sup>3</sup>) було отримано найменше, а весняний (269 мг/дм<sup>3</sup>) найбільше (рис. 4.6).

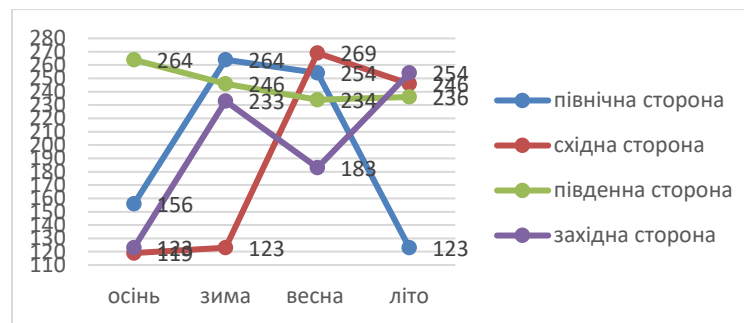


Рисунок 4.6 — Сухий залишок в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

У розрізі 15 см на кожній зі сторін горизонту, дали змогу отримати дані посезонно, а саме з північної сторони найбільше залишку (247 мг/дм<sup>3</sup>) у літній період та найменше у весняний (226 мг/дм<sup>3</sup>). Східна сторона сміттєзвалища найнижчі показники сухого залишку дала змогу зафіксувати в осінній (121 мг/дм<sup>3</sup>) та літній (123 мг/дм<sup>3</sup>) період, а найбільше в зимовий (236 мг/дм<sup>3</sup>). Південний бік сухі залишки отримав в межах 236-251 мг/дм<sup>3</sup>. Та отримавши

результати з західної сторони сміттєзвалища отримано найменше в літній період (159 мг/дм<sup>3</sup>) і найбільше в зимовий (256 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 4.7).

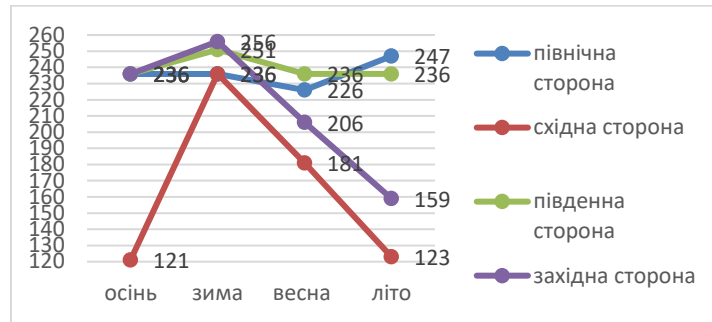


Рисунок 4.7 — Сухий залишок в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Нітрати в розрізі 5 см коливалися від 76,4 до 18,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінньо зимовий період (74,9 та 74,2 мг/кг), а найнижчий у весняний (18,7 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (67,5 мг/кг) та найнижчим у весняний (30 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (76,4 мг/кг) та найнижчий восени та зимою (38,4 мг/кг). Північна з найвищим зимою (71,5 мг/кг), найнижчим літом (34,2 мг/кг) (рис. 4.8).

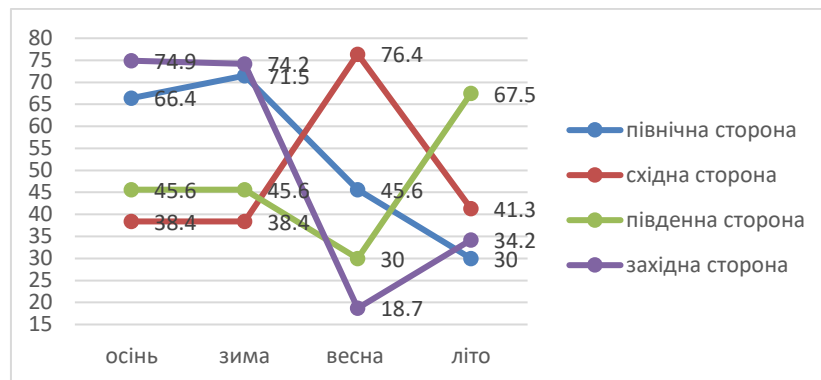


Рисунок 4.8 — Нітрати (NO<sub>3</sub>) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 10 см коливалися від 63,2 до 20,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (45,2 мг/кг), а найнижчий у весняний (27,1 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в



осінній період (48,6 мг/кг) та найнижчим у весняний (20,1 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (47,6 мг/кг) та найнижчий восени (34 мг/кг). Північна з найвищим восени (63,2 мг/кг), найнижчим літом (34,9 мг/кг) (рис. 4.9).

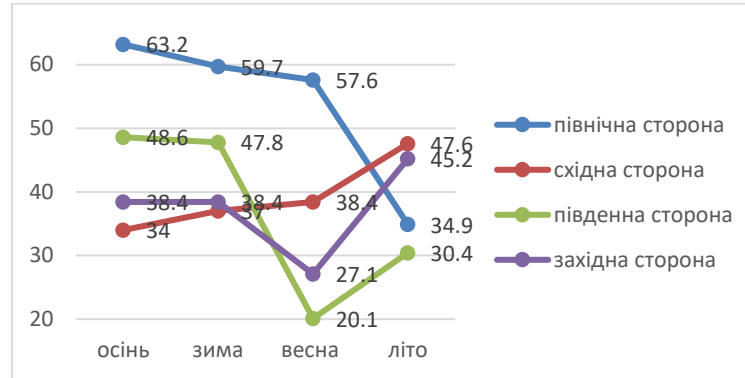


Рисунок 4.9 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 15 см коливалися від 57,1 до 27,8 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (36,1 мг/кг), а найнижчий у зимовий (27,8 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (57,1 мг/кг) та найнижчим у весняний (30,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (52,8 мг/кг) та найнижчий літом (34,9 мг/кг). Північна з найвищим зимою (41,8 мг/кг), найнижчим літом (36,1 мг/кг) (рис. 4.10).

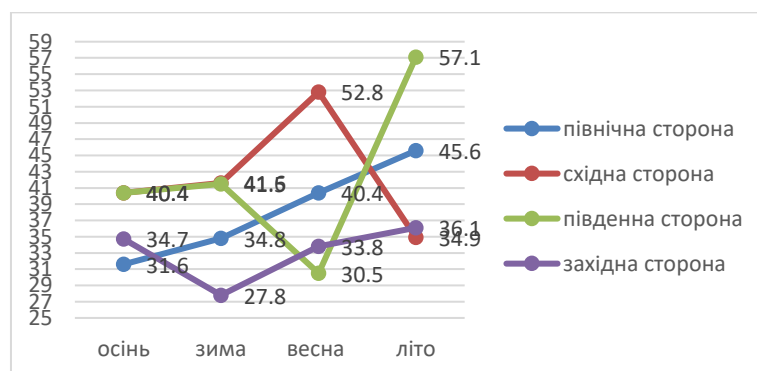


Рисунок 4.10 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 5 см коливалися від 1,4 до 0,2 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (1,4 мг/кг), а найнижчий у літній (0,3 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий період (1,2 мг/кг) та найнижчим у літній та осінній (0,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у зимовий та літній період (1,2 мг/кг) та найнижчий весною (0,2 мг/кг). Північна з найвищим весною (1,4 мг/кг), найнижчим літом (0,5 мг/кг) та зимою (0,51 мг/кг) (рис. 4.11).

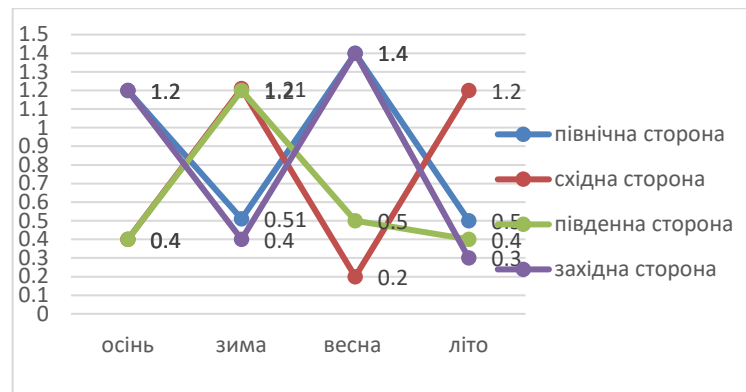


Рисунок 4.11 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 5 см коливалися від 2 до 0,35 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (0,8 мг/кг), а найнижчий в осінній та весняний (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (1,6 мг/кг) та найнижчим весною (0,7 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (1,3 мг/кг) та найнижчий зимою (0,35 мг/кг). Північна з найвищим осінню (2 мг/кг), найнижчим літом (0,8 мг/кг) та зимою (0,82 мг/кг) (рис. 4.12).

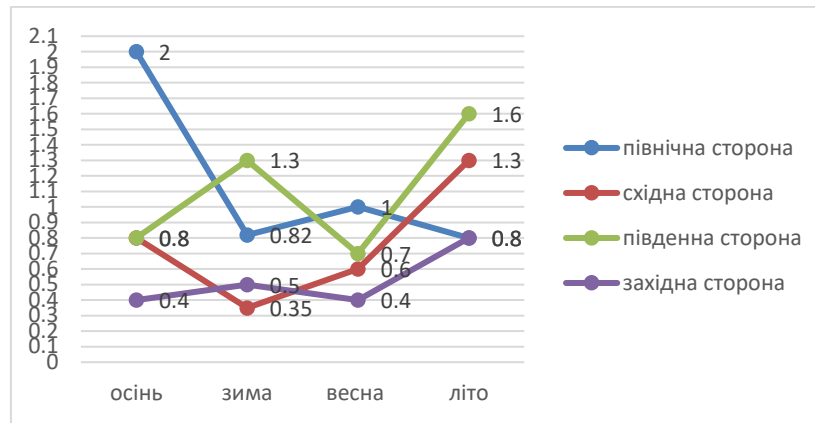


Рисунок 4.12 — Фосфати ( $PO_4$ ) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 15 см коливалися від 2 до 0,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в веснянийлітній період (0,9 мг/кг), а найнижчий в осінньо зимовий (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в осінній період (2 мг/кг) та найнижчим у весняний (0,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в осінній період (0,8 мг/кг) та найнижчий зимою (0,4 мг/кг). Північна з найвищим літом (1,4 мг/кг), найнижчим весною (0,6 мг/кг) та осінню (0,4 мг/кг) (рис. 4.13).

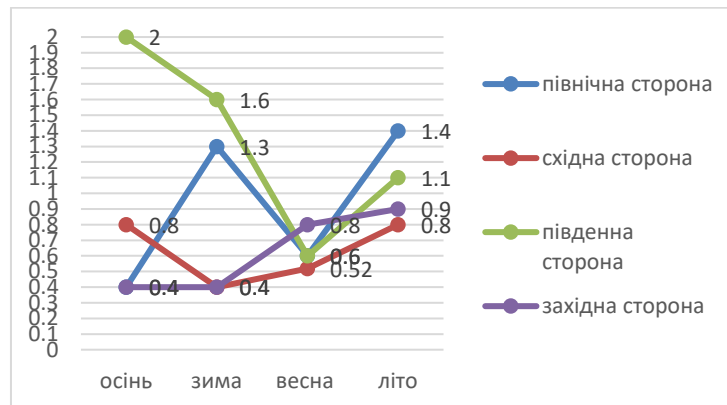


Рисунок 4.13 — Фосфати ( $PO_4$ ) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 5 см коливалися від 33,4 до 12,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (33,4 мг/кг), а найнижчий у літній (26,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (32,1 мг/кг) та найнижчим у весняний (18,6 мг/кг). Східна сторона

найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (29,7 мг/кг) та найнижчий восени (24,8 мг/кг). Північна з найвищим весною та осінню (32,1 мг/кг), найнижчим зимою (12,1 мг/кг) (рис. 4.14).

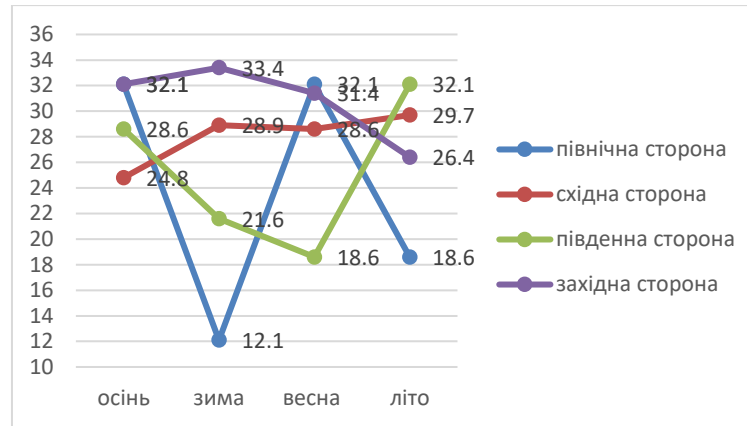


Рисунок 4.14 — Кальцій (Ca) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 10 см коливалися від 42,5 до 12,5 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (28,9 мг/кг), а найнижчий у весняний (21,6 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у весняний період (38,9 мг/кг) та найнижчим у літній (24,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (35,4 мг/кг) та найнижчий весною (18,9 мг/кг). Північна з найвищим осінню (42,5 мг/кг), найнижчим зимою (12,5 мг/кг) (рис. 4.15).

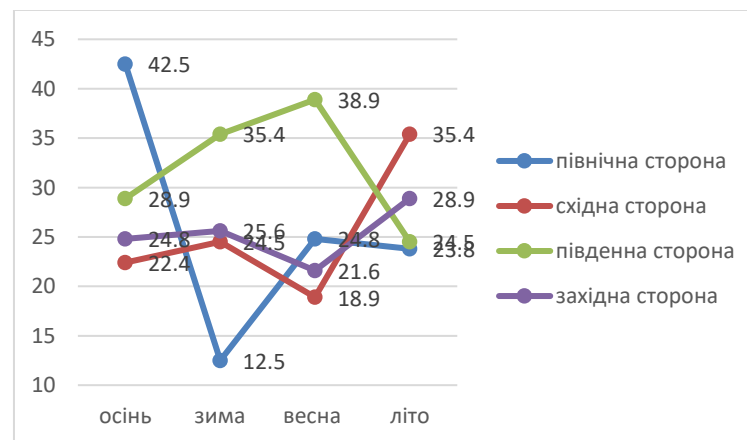


Рисунок 4.15 — Кальцій (Ca) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 15 см коливалися від 45,4 до 16,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (45,4 мг/кг), а найнижчий у літній (32,1 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (39,7 мг/кг) та найнижчим у весняний (24,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у зимовий період (31,4 мг/кг) та найнижчий весною (18,9 мг/кг). Північна з найвищим весною (39,7 мг/кг), найнижчим зимою (18,6 мг/кг) (рис. 4.16).

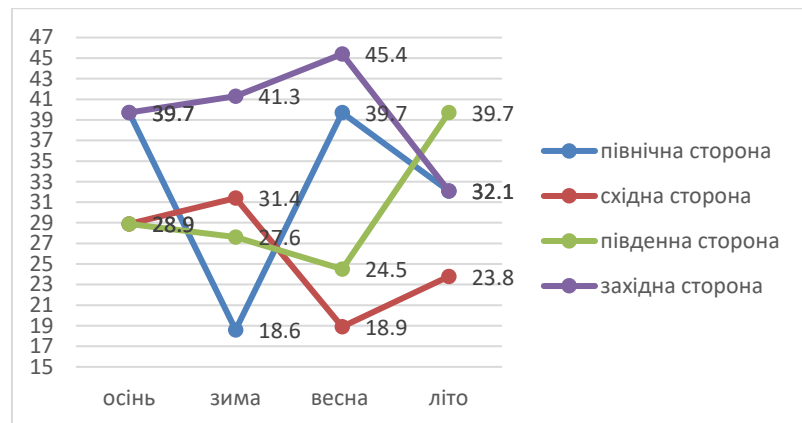


Рисунок 4.16 — Кальцій (Ca) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 5 см коливалися від 44,1 до 16,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний та осінній період (34 мг/кг), а найнижчий у літній (16,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (34 мг/кг) та найнижчим у весняний (20,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (44,1 мг/кг) та найнижчий весною (21,6 мг/кг). Північна з найвищим весною (32 мг/кг), найнижчим літом (20,6 мг/кг) (рис. 4.17).

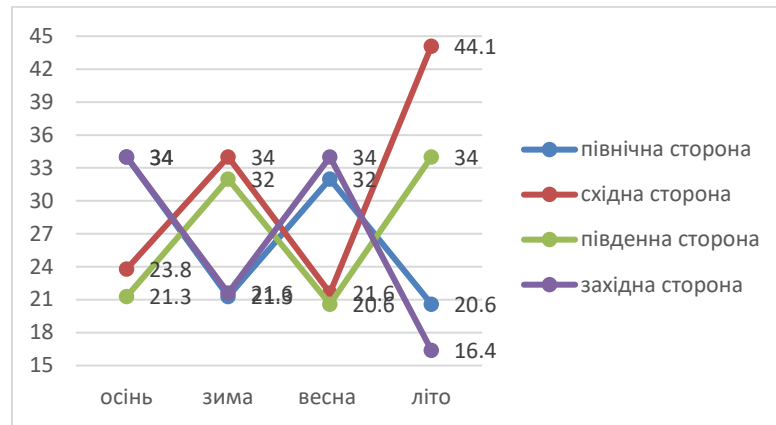


Рисунок 4.17 — Магній (Mg) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 10 см коливалися від 42,3 до 20,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний та осінній період (42,3 мг/кг), а найнижчий у літній (21,5 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літнійв осінній період (30 мг/кг) та найнижчим у зимово весняний (21,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (30,5 мг/кг) та найнижчий восени (20,4 мг/кг). Північна з найвищим восени (42,3 мг/кг), найнижчим літом (20,4 мг/кг) (рис. 4.18).

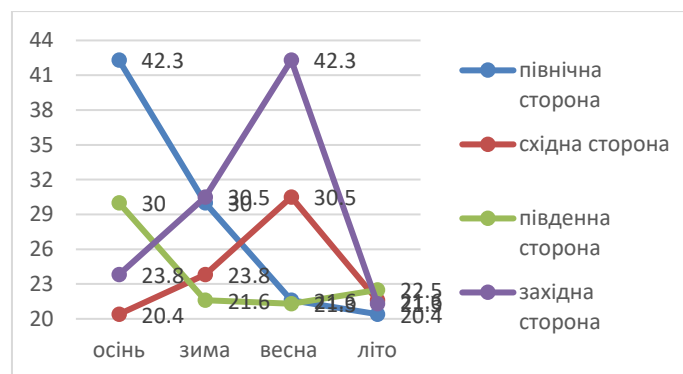


Рисунок 4.18 — Магній (Mg) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 15 см коливалися від 41,7 до 20,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (34 мг/кг), а найнижчий у зимовий (30,6 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у

літній період (32,7 мг/кг) та найнижчим в осінній (20,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в зимовий період (41,7 мг/кг) та найнижчий літом (20,4 мг/кг). Північна з найвищим восени (41,7 мг/кг), найнижчим зимою (20,6 мг/кг) (рис. 4.19).

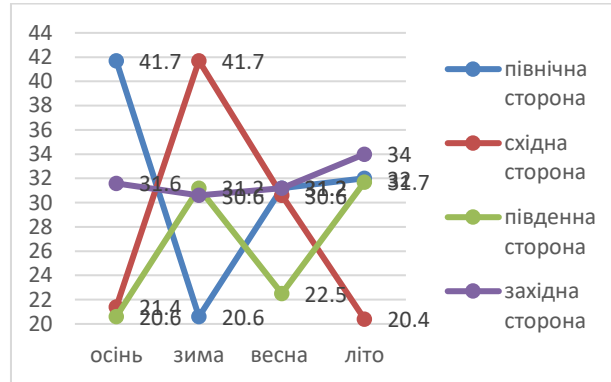


Рисунок 4.19 — Магній (Mg) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 5 см коливалися від 14,8 до 10 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (14,8 мг/кг), а найнижчий у літній (10 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (11,6 мг/кг) та найнижчим у зимовий (10 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній та осінній періоди (11,6 мг/кг) та найнижчий весною (10,4 мг/кг). Північна з найвищим восени (14,8 мг/кг), найнижчим весною (10,6 мг/кг) (рис. 4.20).

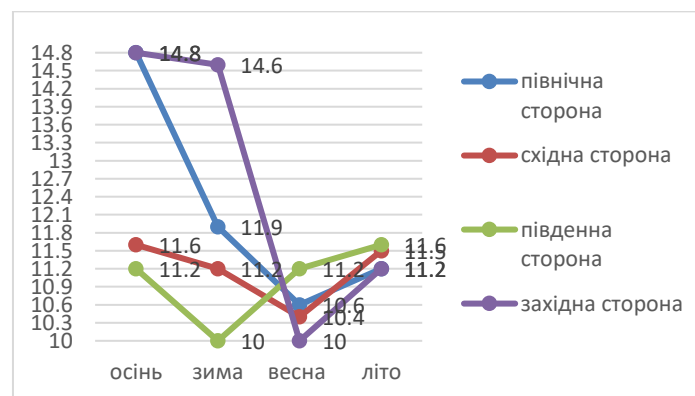


Рисунок 4.20 — Ферум (Fe) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 10 см коливалися від 14,1 до 10,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (14,1 мг/кг), а найнижчий весною (10,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у весняний період (11,4 мг/кг) та найнижчим в осінній період (10,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (12,4 мг/кг) та найнижчий зимою та літом (10,4 мг/кг). Північна з найвищим літом (14,1 мг/кг), найнижчим весною (10,4 мг/кг) (рис. 4.21).

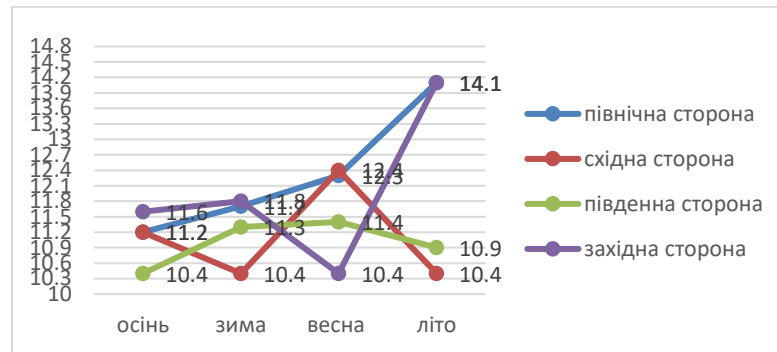


Рисунок 4.21 — Ферум (Fe) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 15 см коливалися від 11,3 до 9,2 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (11,2 мг/кг), а найнижчий в осінній (9,2 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в осінній період (10,4 мг/кг) та найнижчим літом (9,8 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (11,3 мг/кг) та найнижчий восени (10,4 мг/кг). Північна з найвищим літом (10,6 мг/кг), найнижчим зимою (9,2 мг/кг) (рис. 4.22).

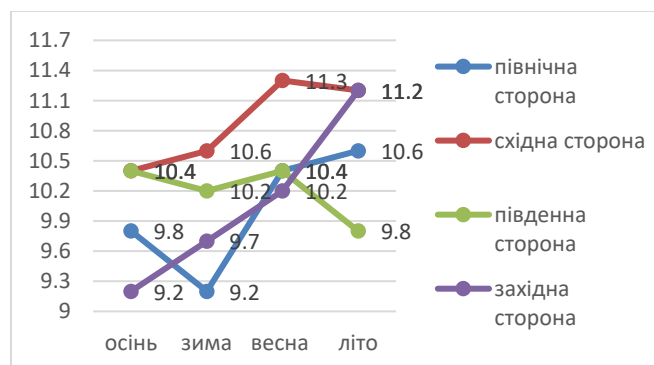


Рисунок 4.22 — Ферум (Fe) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)



Розріз 5 см при дослідженнях ґрунтів на наявність нафтопродуктів протягом усіх сезонів коливалися від 1 до 0 мг/кг на протязі року. Західний бік дав можливість отримати найвищий показник в осінній та весняний період (0,6 мг/кг), а найнижчий у зимовий та літній період. Південа сторона з найвищим результатом в літній (0,6 мг/кг) період найнижчим у весняний та осінній (0 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час літнього (1 мг/кг) дослідження та найнижчий осінній (0 мг/кг) період. Та північна з найвищим в осінній (0,6 мг/кг) період, найнижчим літом (рис. 4.23).

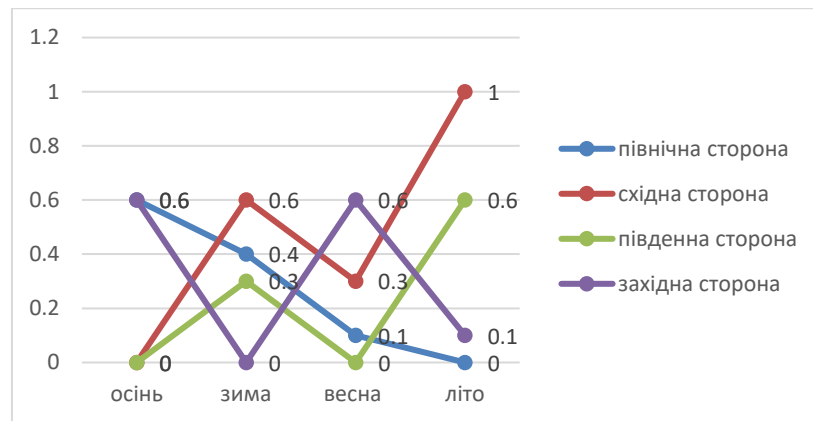


Рисунок 4.23 — Нафтопродукти в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Чатинки нафтопродуктів в розрізі 10 см коливалися від 0,9 до 0 мг/кг на протязі року. Західна сторона дала можливість отримати найвищий показник в осінній та весняний період (0,9 мг/кг), а найнижчий у зимовий (0,1 мг/кг). Південа сторона з найвищим результатом в осінній (0,8 мг/кг) період найнижчим у весняний (0,1 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час дослідження зимового (0,9 мг/кг) та найнижчий осінній (0 мг/кг) період. Та північна з найвищим у зимовий (0,8 мг/кг) та осінній (0,9 мг/кг) період, найнижчим (0,2 мг/кг) літом (рис. 4.24).

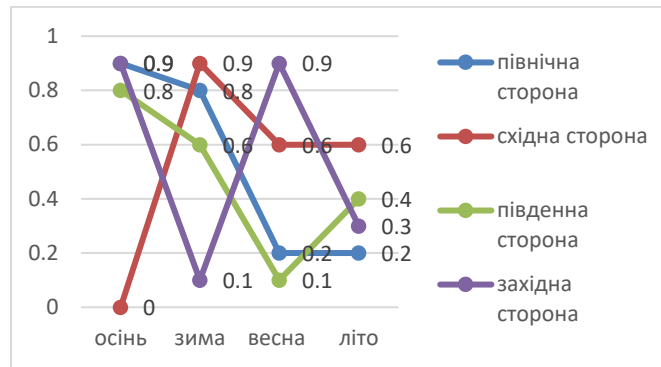


Рисунок 4.24 — Нафтопродукти в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

Нафтопродукти в розрізі 15 см коливалися від 1,4 до 0 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній та весняний період (1,3 мг/кг), а найнижчий у зимовий (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в осінній (1,4 мг/кг) та літній (1,3 мг/кг) період найнижчим у весняний (0,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження зимового (1,3 мг/кг) та найнижчий осінній (0 мг/кг) період. Та північна з найвищим у зимовий (1,4 мг/кг) та осінній (1,3 мг/кг) період, найнижчим (0 мг/кг) літом (рис. 4.25).

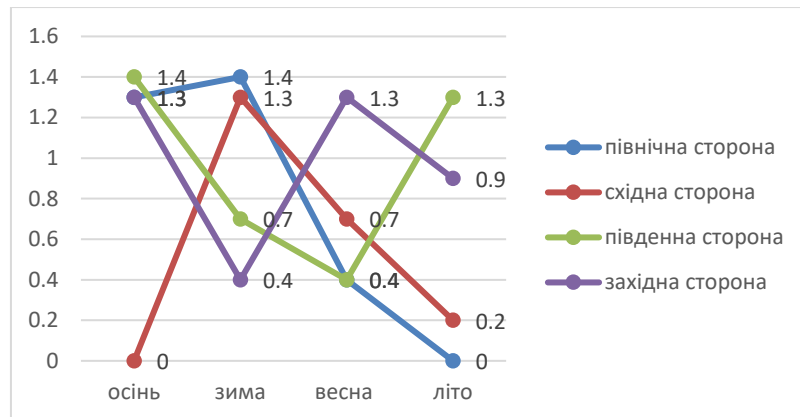


Рисунок 4.25 — Нафтопродукти в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Броницького сміттєзвалища (мг/кг)

З метою дослідження субстратів у розрізах 5, 10 та 15 см було проведено аналіз характеристик ґрунтового шару на вищезазначених глибинах. Результати цього дослідження є важливими для визначення фізичних, хімічних та

біологічних властивостей ґрунтового середовища на різних глибинах і встановлення взаємозв'язку між ними.

Дослідження проводилося з метою вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтових субстратів на різних глибинах сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Отримані дані дозволяють зрозуміти стан ґрунту на різних глибинах та його потенційний вплив на довкілля.

#### 4.1.2. Фізико-хімічні властивості неорельсфу Бориславського сміттєзвалища

Під час дослідження Бориславського сміттєзвалища рН ґрунту коливався в межах 6,6-8,1. Розглянувши детальніше отримані результати можна побачити динаміку на сміттєзвалищі в розрізі 5, 10 та 15 см посезонно.

В розрізі 5 см західна сторона сміттєзвалища на протязі усіх сезонів має водневий показник кислотного та лужного в проміжку 6,6-8,1. Південна сторона в свою чергу показує нам найбільш лужні зразки 7,2-8,3. При дослідженні зразків ґрунту зі східного боку весняний зразок показали нам кислотність (6,6-6,9) та лужність у (7,2-7,7) осінній та літній період відбору. Північна сторона кислотність (6,8) показувала при осінніх відборах проб, та на протязі інших сезонів була лужною (7,1-8,1) (рис. 4.26).

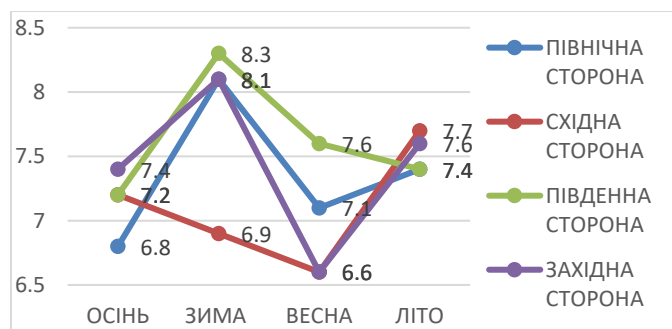


Рисунок 4.26 — Водневий показник в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища

В розрізі 10 см західна сторона сміттєзвалища коливається від 6,9-8,1, де кислий зразком виявився зимовий відбір, а осінь-зима-весна лужними (8,1-7,4). Південний бік показав показник у 8,1 в осінній період, весняний та зимовий 7,3-7,2, а літо показало 6,6, тобто кислий ґрунт. Дослідження східного боку сміттєзвалища (6,8-7,7) показують лужність на проязі усіх досліджуваних сезонів, та північна сторона не відступала у своїй лужності (7,1-8,3) (рис. 4.27).

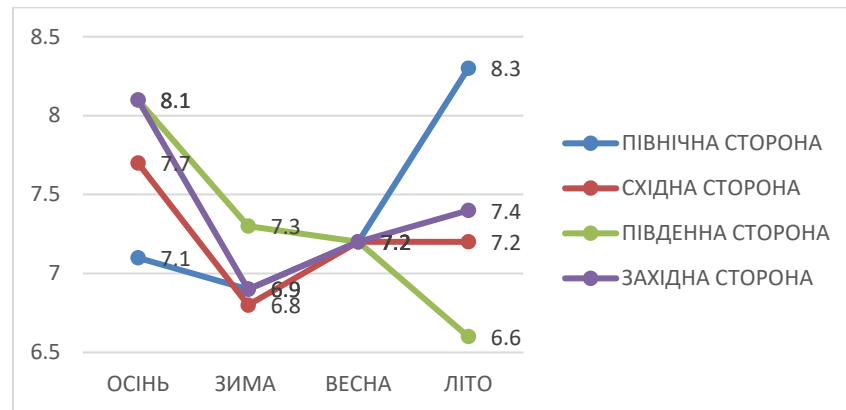


Рисунок 4.27 — Водневий показник в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища

В розрізі 15 см усі показники посезонно показували нам лужність відібраних проб, проте винятком можна назвати відібраний результат з південного боку сміттєзвалища з результатом кислотності у 6,6. Західний бік сміттєзвалища коливався в проміжках 7,4-8,1. Південний (7,7-7,9) та 6,6 в осінній період. Східний (7,9-8,1) бік сміттєзвалища був на рівні не зважаючи на пору року. Північна сторона найбільший показник показувала нам восени (8,3) та найнижчий літом (7,1), проте лужність в них не змінилася (рис. 4.28).

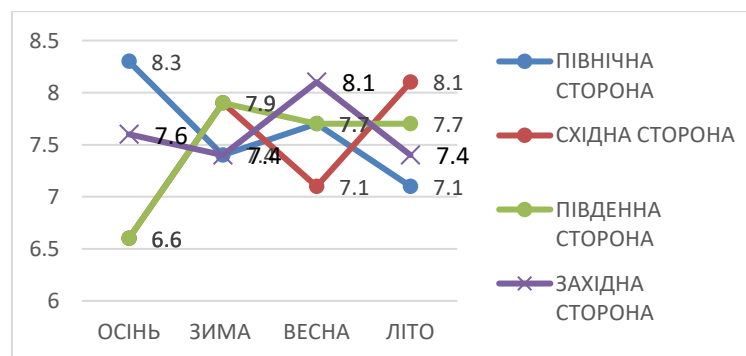


Рисунок 4.28 — Водневий показник в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища

В розрізі детальніше ми побачили лужність ґрунті, що є характерним для регіонів з сухим ґрунтом.

Сухий залишок який утворився з відібраних зразків субстрату в різні пори року при дослідженні коливався в межах 114-263 мг/дм<sup>3</sup>. Розглянемо детальніше по розрізам отриманий залишок з Бориславського сміттєзвалища на рис. 4.29-4.31.

Зразки ґрунту отримані з розрізу 5 см посезонно показали різну вагу сухого залишку. Північний бік сміттєзвалища показав найбільше сухого залишку (246 мг/дм<sup>3</sup>) у літній період та найменше (114 мг/дм<sup>3</sup>) в осінній. Східна сторона у літній період (236 мг/дм<sup>3</sup>) дала найбільше залишку та осінній (124 мг/дм<sup>3</sup>) найменше. Південний бік при дослідженні найбільше залишку залишив в літній період (157 мг/дм<sup>3</sup>) дослідження та найменше (142 мг/дм<sup>3</sup>) в осінній та весняний. Західний бік найменше сухого осоду залишив у осінній, весняний та зимовий період (125 мг/дм<sup>3</sup>), а найбільше – у літній (218 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 4.29).

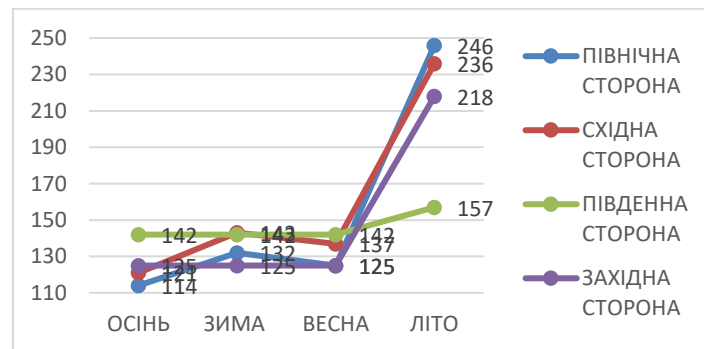


Рисунок 4.29 — Сухий залишок в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Під час дослідження зразків розрізу 10 см отримали результати північної сторони з найбільшою вагою (261 мг/дм<sup>3</sup>) сухого залишку в зимовий період та найменшою (246 мг/дм<sup>3</sup>) у осінній період. Східний бік найменше залишку залишив в осінній період (123 мг/дм<sup>3</sup>) та найбільше у літній (156 мг/дм<sup>3</sup>). З південної сторони найбільше залишку отримано під час літнього періоду (263 мг/дм<sup>3</sup>) та найменше (157 мг/дм<sup>3</sup>) у весняний, осінній та зимовий. Та з західної сторони у осінній період (133 мг/дм<sup>3</sup>) було отримано найменше, а літній (247 мг/дм<sup>3</sup>) найбільше (рис. 4.30).

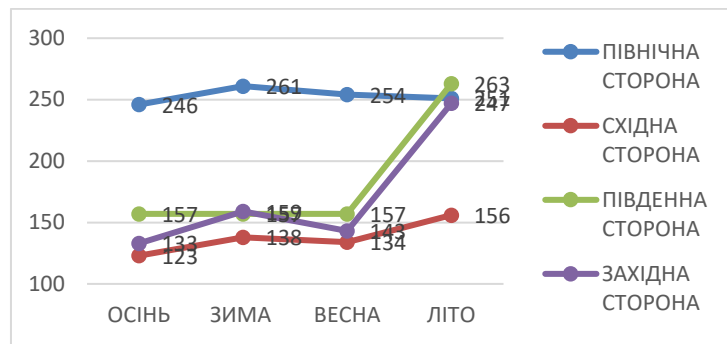


Рисунок 4.30 — Сухий залишок в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

15 см у розрізі на кожній зі сторін горизонту досліджуваного Бориславського сміттєзвалища, дала змогу отримати дані посезонно, а саме з північної сторони найбільше залишку (238 мг/дм<sup>3</sup>) у зимовий період та найменше у осінній (216 мг/дм<sup>3</sup>). Східна сторона сміттєзвалища найнижчі показники сухого залишку дала змогу зафіксувати в осінній (131 мг/дм<sup>3</sup>) період, а найбільше в літній (236 мг/дм<sup>3</sup>). Південний бік сухі залишки отримав в межах 201-226 мг/дм<sup>3</sup>. Та отримавши результати з західної сторони сміттєзвалища отримано найменше в весняний період (144 мг/дм<sup>3</sup>) і найбільше в літній (176 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 4.31).

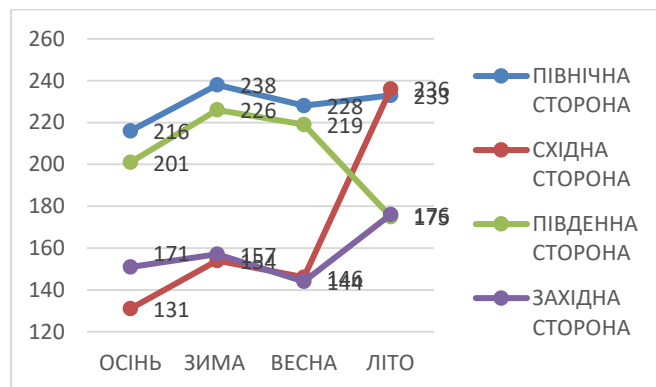


Рисунок 4.31 — Сухий залишок в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Нітрати в розрізі 5 см коливалися від 28,7 до 47,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літку (40 мг/кг), а найнижчий у осінній (28,7 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у

літній період (41,3 мг/кг) та найнижчим у осінній (30,8 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (40,2 мг/кг) та найнижчий восени, зимою та весною (32,5 мг/кг). Північна з найвищим у літку (47,6 мг/кг), найнижчим восени (32,4 мг/кг) (рис. 4.32).

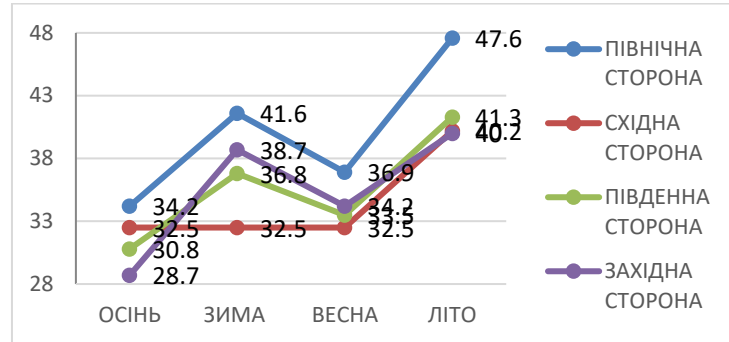


Рисунок 4.32 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 10 см коливалися від 29,6 до 46,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (45,6 мг/кг), а найнижчий у осінній (33,1 мг/кг). Північна бік з найвищим результатом в осінній зимовий та весняний період (45,2 мг/кг) та найнижчим у літній (40,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (43,2 мг/кг) та найнижчий весною (29,6 мг/кг). Південна з найвищим літом (46,4 мг/кг), найнижчим восени (40,2 мг/кг) (рис. 4.33).

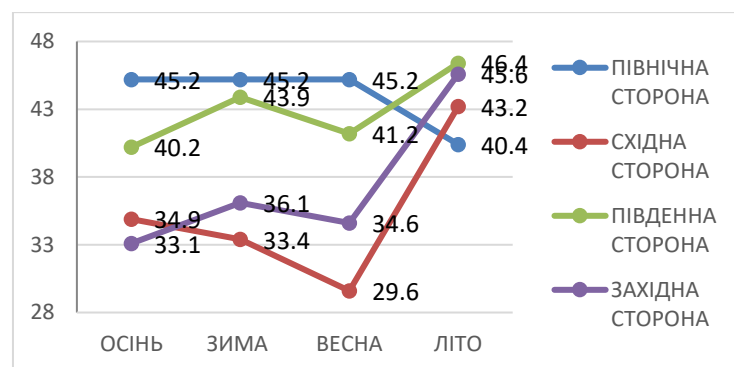


Рисунок 4.33 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 15 см коливалися від 30,4 до 48,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (46,4 мг/кг), а найнижчий у осінній (34,9 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (44,9 мг/кг) та зимовий (44,8 мг/кг), а найнижчим у осінній (41,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (48,1 мг/кг) та найнижчий восени (30,4 мг/кг). Північна з найвищим зимою (47,5 мг/кг), найнижчим літом (38,4 мг/кг) (рис. 4.34).

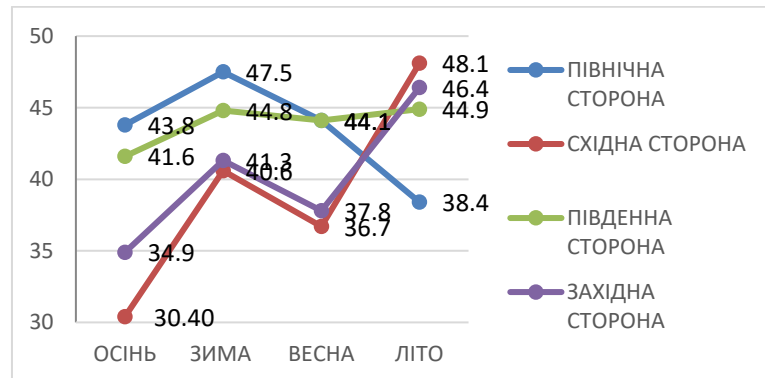


Рисунок 4.34 — Нітрати (NO<sub>3</sub>) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 5 см коливалися від 0,3 до 1,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий (1,4 мг/кг) та літній (1,6 мг/кг) періоди, а найнижчий у осінній (0,7 мг/кг) та весняний (0,9 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (1,2 мг/кг) та найнижчим у осінній (0,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (1,6 мг/кг) та найнижчий восени (0,5 мг/кг). Північна з найвищим літом (1,3 мг/кг), найнижчим восени (0,3 мг/кг) та весною (0,4 мг/кг) (рис. 4.35).



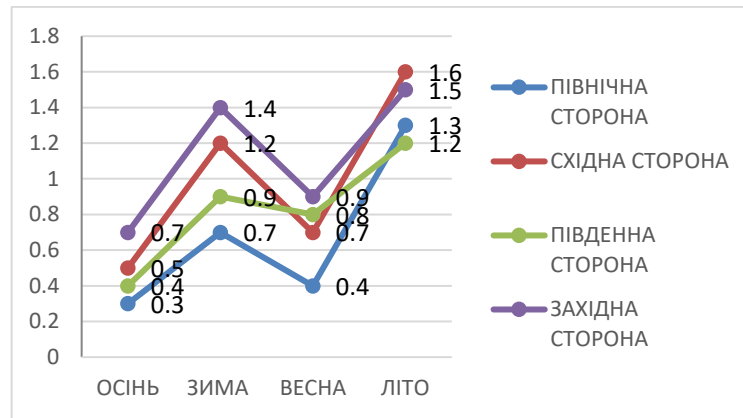


Рисунок 4.35 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 10 см коливалися від 0,2 до 2 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (1,4 мг/кг), а найнижчий в осінній (0,5 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий та весняний періоди (1,2 мг/кг) та найнижчим літом (0,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (2 мг/кг) та найнижчий в інші сезони (0,8 мг/кг). Північна з найвищим у всі сезони (0,8 мг/кг) окрім літнього (0,6 мг/кг) (рис. 4.36).

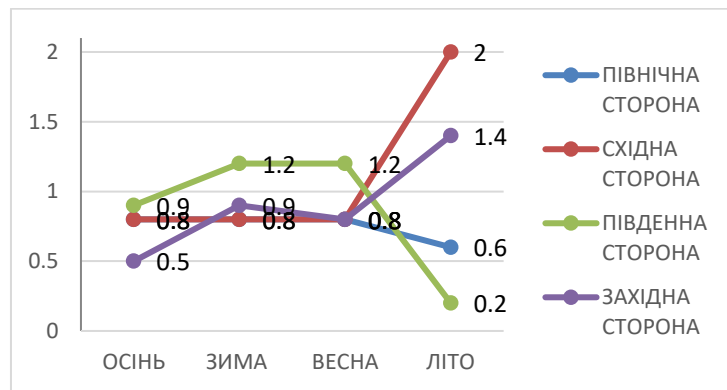


Рисунок 4.36 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 15 см коливалися від 2 до 0,5 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (1,4 мг/кг), а найнижчий в осінній (0,6 мг/кг) та весняний (0,7 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в літній період (1,8 мг/кг) та найнижчим у весняний (0,7

мг/кг) та осінній (0,8 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в літній період (2 мг/кг) та найнижчий весною (0,8 мг/кг) та восени (0,8 мг/кг). Північна з найвищим літом (1,1 мг/кг), найнижчим зимою (0,5 мг/кг) та осіною (0,6 мг/кг) (рис. 4.37).

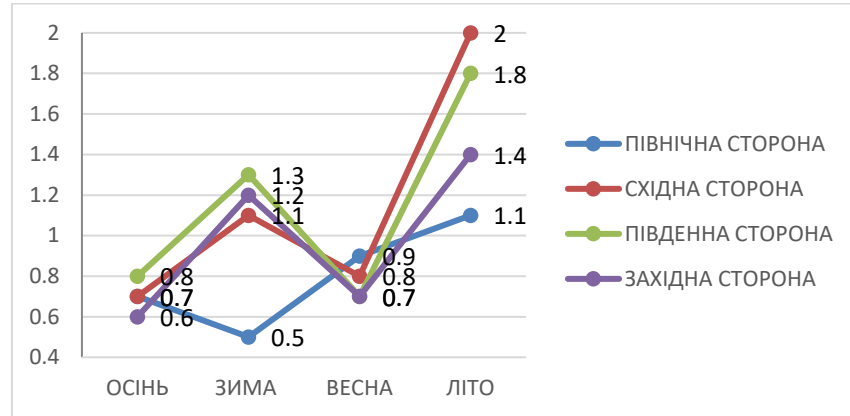


Рисунок 4.37 — Фосфати ( $PO_4$ ) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 5 см коливалися від 22,2 до 49,7 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (28,6 мг/кг), а найнижчий у осінній (22,2 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (49,7 мг/кг) та найнижчим у осінній (29,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (34,5 мг/кг) та найнижчий восени (22,4 мг/кг). Північна з найвищим літом (35,4 мг/кг), найнижчим весною (23,2 мг/кг) (рис. 4.38).

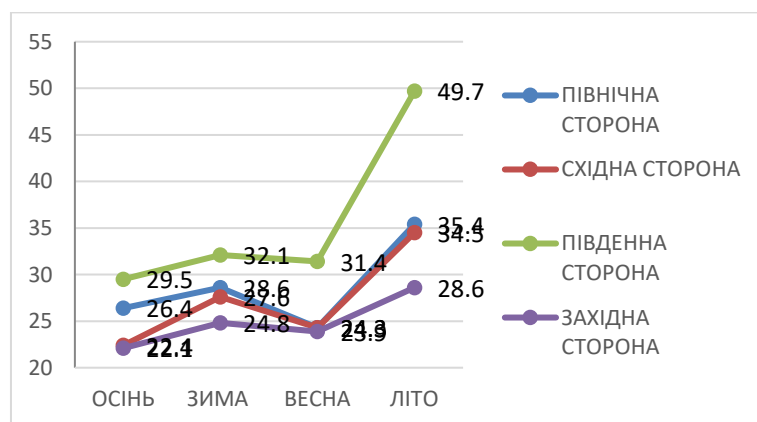


Рисунок 4.38 — Кальцій (Ca) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 10 см коливалися від 21,4 до 38,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (32,3 мг/кг), а найнижчий у осінній (29,7 мг/кг). Південний бік вищим був у літній період (38,6 мг/кг) та найнижчим у зимовий (22,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (32,1 мг/кг) та найнижчий весною (21,4 мг/кг). Північна на протязі усього сезону відповідно до досліджень змін не мала (28,9 мг/кг) (рис. 4.39).

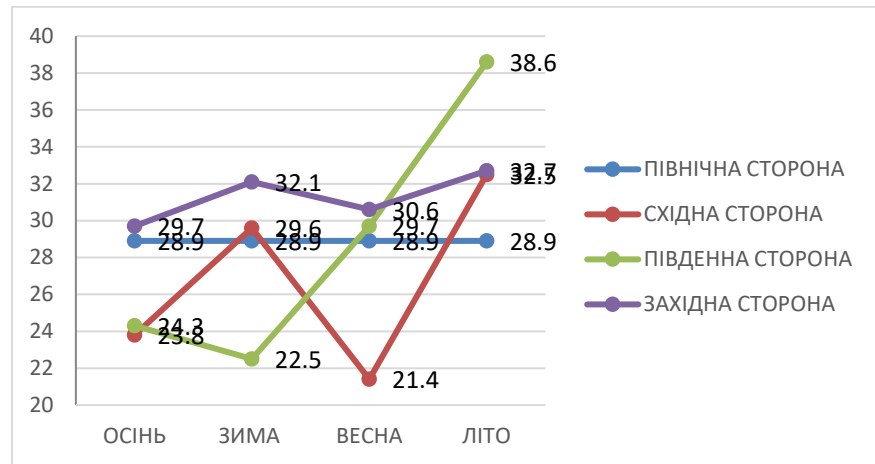
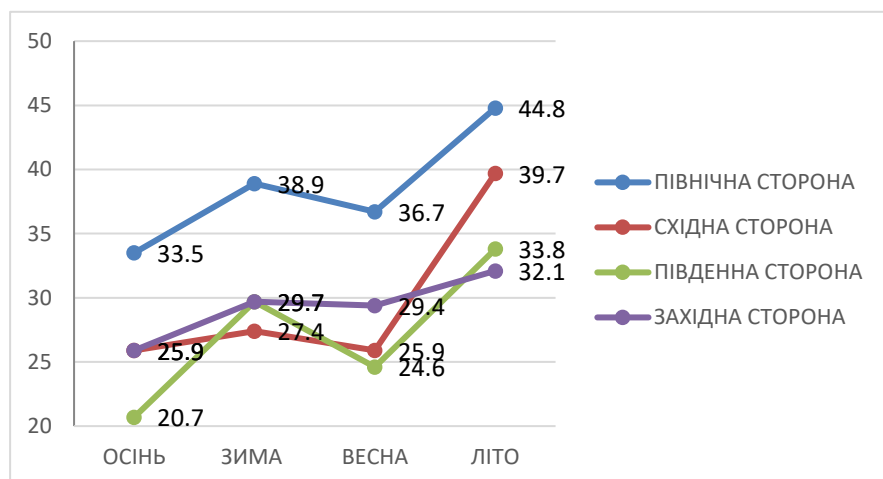


Рисунок 4.39 — Кальцій (Ca) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 15 см коливалися від 20,7 до 44,8 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (32,1 мг/кг), а найнижчий у осінній (25,9 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (33,8 мг/кг) та найнижчим у осінній (20,7 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (39,7 мг/кг) та найнижчий весною та восени (25,9 мг/кг). Північна з найвищим літом (44,8 мг/кг),

найнижчим  
(33,5 мг/кг)  
4.40).



восени  
(рис.

Рисунок 4.40 — Кальцій (Ca) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін  
Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 5 см коливалися від 16,4 до 34,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (30,6 мг/кг), а найнижчий восени (20,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (34,1 мг/кг) та зимовий (34 мг/кг), а найнижчим у осінній (29 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (27,5 мг/кг) та найнижчий восени (21,3 мг/кг). Північна з найвищим літом (21,6 мг/кг), найнижчим восени (16,4 мг/кг) (рис. 4.41).

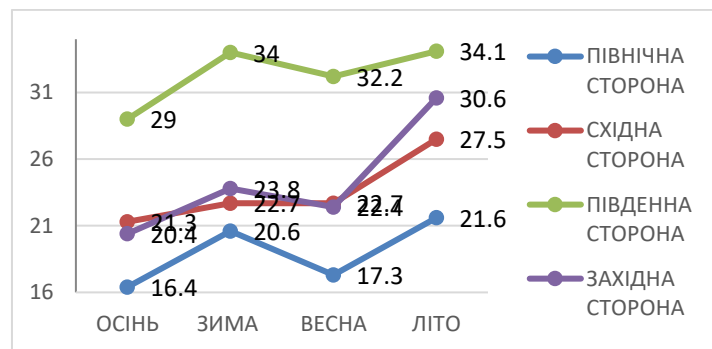


Рисунок 4.41 — Магній (Mg) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін  
Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 10 см коливалися від 19,6 до 34 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (34 мг/кг), а найнижчий у осінній (29 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (31,6 мг/кг) та найнижчим у весняний (21,1 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (32,3 мг/кг) та найнижчий зимою (19,6 мг/кг). Північна з найвищим літом (31,2 мг/кг), найнижчим восени (21,3 мг/кг) (рис. 4.42).

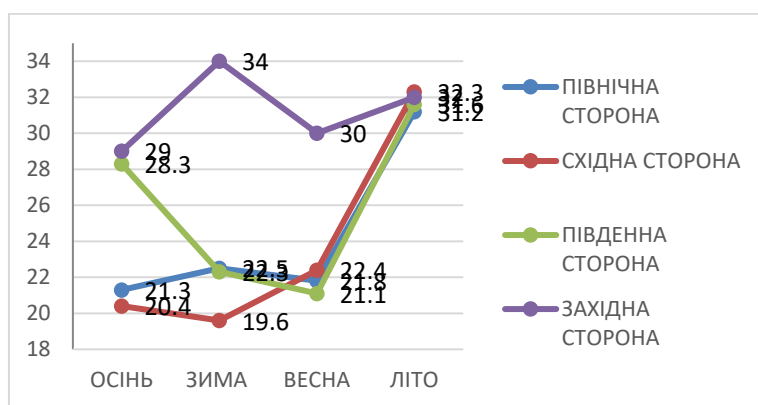


Рисунок 4.42 — Магній (Mg) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 15 см коливалися від 19,3 до 44,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (44,1 мг/кг), а найнижчий у осінній (33,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (30,4 мг/кг) та найнижчим зимою (26,1 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в літній період (31,7 мг/кг) та найнижчий восени (21,8 мг/кг). Північна з найвищим літом (30,4 мг/кг), найнижчим восени (19,3 мг/кг) (рис. 4.43).

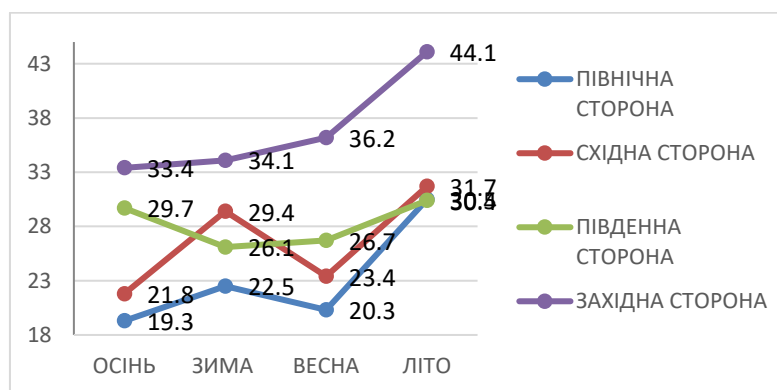


Рисунок 4.43 — Магній (Mg) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 5 см коливалися від 10,6 до 21,2 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (21,2 мг/кг), а найнижчий в осінній (12,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (18,5 мг/кг) та найнижчим у зимовий (11,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (18,5 мг/кг)

та найнижчий восени (10,6 мг/кг). Північна з найвищим літом (20,4 мг/кг), найнижчим зимою (10,6 мг/кг) (рис. 4.44).

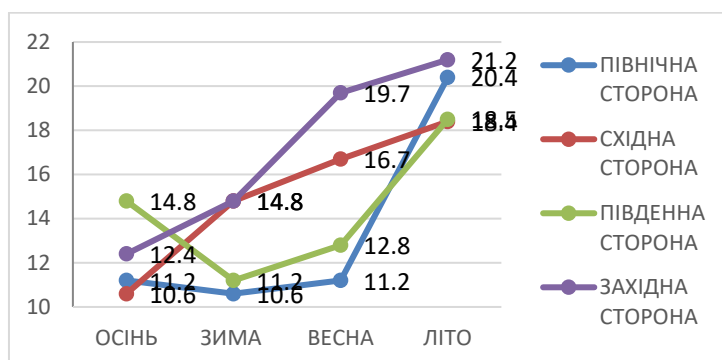


Рисунок 4.44 — Ферум (Fe) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 10 см коливалися від 10,4 до 18,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (18,6 мг/кг), а найнижчий зимою (11,2 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (16,4 мг/кг) та найнижчим в зимовий період (10,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (16,2 мг/кг) та найнижчий восени та весною (11,2 мг/кг). Північна з найвищим літом (16,2 мг/кг), найнижчим весною та восени (10,4 мг/кг) (рис. 4.45).

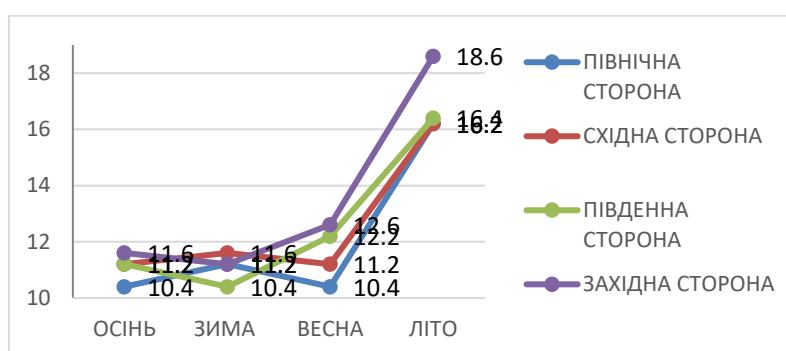


Рисунок 4.45 — Ферум (Fe) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 15 см коливалися від 9,2 до 17,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (14,6 мг/кг), а найнижчий в осінній (9,2 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в літній період (13,2 мг/кг) та найнижчим восени (9,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (15,2 мг/кг)

та найнижчий зимою (9,2 мг/кг). Північна з найвищим літом (17,6 мг/кг), найнижчим восени (10,4 мг/кг) (рис. 4.46).

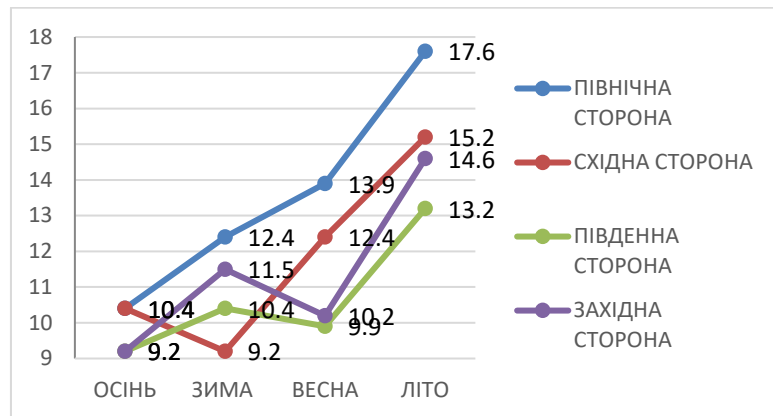


Рисунок 4.46 — Ферум (Fe) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Розріз 5 см при дослідженнях ґрунтів на наявність нафтопродуктів протягом усіх сезонів коливалися від 0 до 0,8 мг/кг на протязі року. Західний бік дав можливість отримати найвищий показник в весняний період (0,7 мг/кг), а найнижчий у літній (0 мг/кг) період. Південна сторона з найвищим результатом в літній (0,8 мг/кг) період та найнижчим у зимовий (0 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час літнього (0,4 мг/кг) дослідження та найнижчий осінній (0 мг/кг) період. Та північна з найвищим в літній (0,6 мг/кг) період, найнижчим (0,1 мг/кг) восени та весною (рис. 4.47).

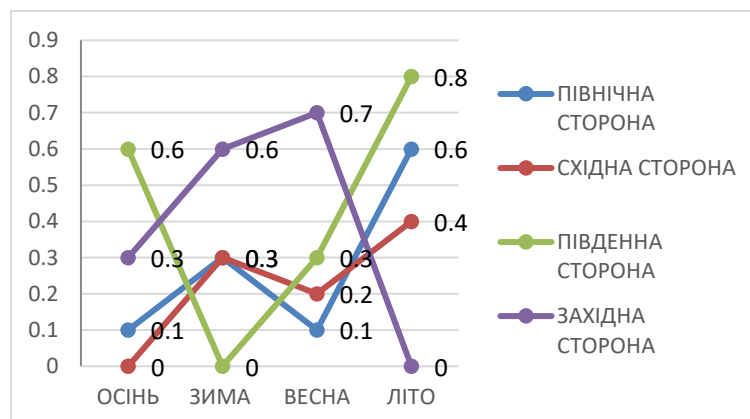


Рисунок 4.47 — Нафтопродукти в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Частинки нафтопродуктів в розрізі 10 см коливалися від 0,1 до 0,9 мг/кг на протязі року. Західна сторона дала можливість отримати найвищий показник в зимовий період (0,9 мг/кг), а найнижчий у осінній (0,6 мг/кг). Південа сторона з найвищим результатом в осінній (0,9 мг/кг) період, найнижчим у зимовий (0,7 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час дослідження літом (0,9 мг/кг) та найнижчий осінній (0,2 мг/кг) період. Та північна з найвищим у літній (0,9 мг/кг) період, найнижчим (0,1 мг/кг) восени (рис. 4.48).

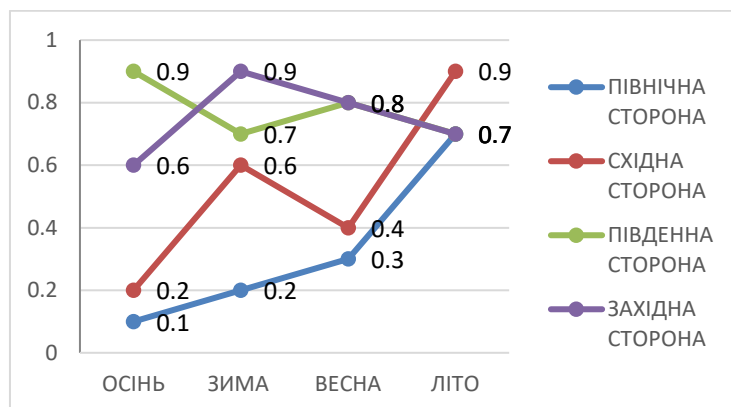


Рисунок 4.48 — Нафтопродукти в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

Нафтопродукти в розрізі 15 см коливалися від 0,4 до 1,3 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (1,3 мг/кг), а найнижчий у літній (0,6 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в осінній (1,3 мг/кг), найнижчим у зимовий (0,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження літом (1,3 мг/кг) та найнижчий в осінній (0,4 мг/кг) період. Та північна з найвищим у весняний (0,7 мг/кг) період, найнижчим (0,4 мг/кг) восени та зимою (рис. 4.49).

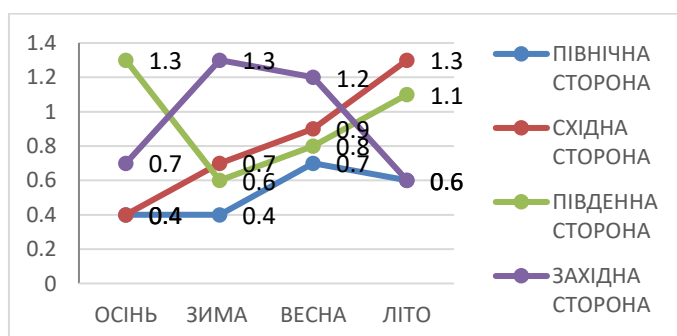




Рисунок 4.49 — Нафтопродукти в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища (мг/кг)

З метою дослідження субстратів у розрізах 5, 10 та 15 см було проведено аналіз характеристик ґрунтового шару на вищезазначених глибинах. Результати цього дослідження є важливими для визначення фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунтового середовища на різних глибинах і встановлення взаємозв'язку між ними.

Дослідження проводилося з метою вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтових субстратів на різних глибинах сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Отримані дані дозволяють зрозуміти стан ґрунту на різних глибинах та його потенційний вплив на довкілля.

#### **4.1.3. Фізико-хімічні властивості неорельєфу Стрийського сміттєзвалища**

Відібрані проб з території Стрийського сміттєзвалища на протязі усіх сезонів року рН ґрунту коливався в межах 6,4-8,4. Детальніше можна побачити таку динаміку на сміттєзвалищі в розрізі 5, 10 та 15 см посезонно з кожної сторони горизонту.

В розрізі 5 см західна сторона сміттєзвалища на протязі осіннього та весняного сезону була кисла та на протязі зимого (8,1) та літнього (7,1) сезонів має водневий показник лужного характеру. Південна сторона в свою чергу показує нам найбільш лужні зразки 7,2-7,7 на протязі всіх сезонів. При дослідженні зразків ґрунту зі східного боку зразки показали нам кислотність (6,4-6,9) в усі сезони відбору. Північна сторона кислотність (6,6) показувала при літніх відборах проб, та на протязі інших сезонів була лужною (7,4-7,6) (рис. 4.50).

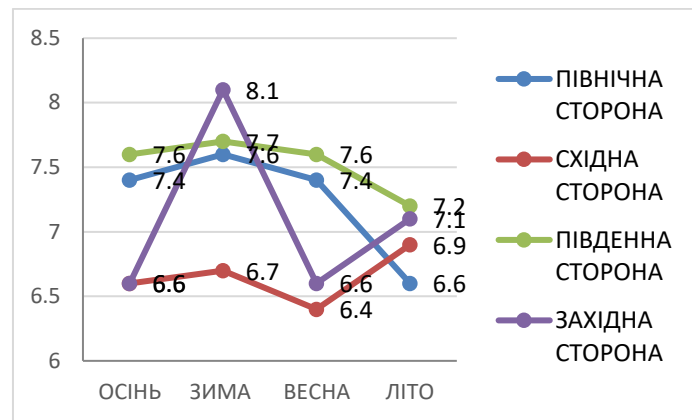


Рисунок 4.50 — Водневий показник в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища

В розрізі 10 см усі показники посезонно показували нам лужність відібраних проб, окрім південної сторони сміттєзвалища в осінній та літній період. Західний бік сміттєзвалища коливався в проміжках 7,2-7,7. Південний в свою чергу показував лужність та кислотність. Східна сторона (7,2-7,4) була на рівні не зважаючи на пору року. Північна сторона показувала нам лужність в усіх порах року (7,2-7,6) (рис. 4.51).

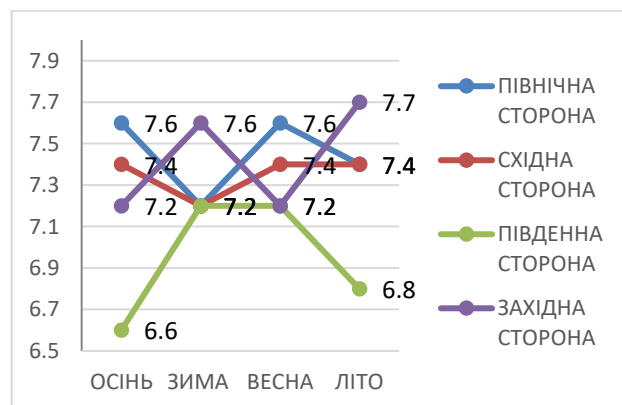


Рисунок 4.51 — Водневий показник в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища

В розрізі 15 см західна сторона Стрийського сміттєзвалища коливається від 6,9-8, де крім зразком виявився літній показник, а решта зразків виявилися лужними (7,2-8,1). Південний бік на протязі усіх сезонів майже не відрізняється в своїх показниках лужності (7,4-8,1). Дослідження східного боку сміттєзвалища (7,2-8,4) показують лужність на протязі усіх досліджуваних сезонів, та північна сторона не відступала у своїй лужності (7,4-8,3) (рис. 4.52).

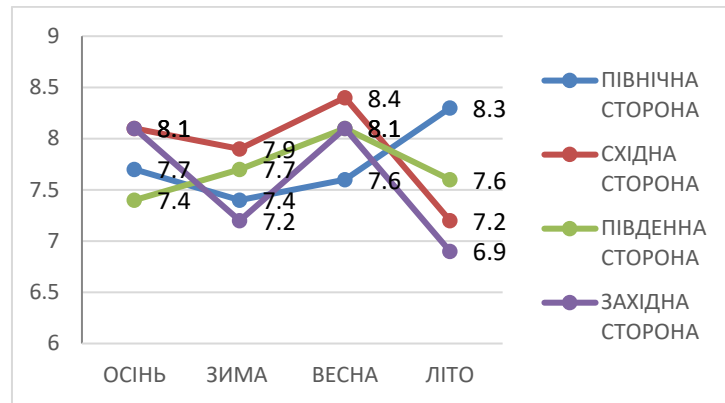


Рисунок 4.52 — Водневий показник в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища

Сухий залишок який утворився зі зразків ґрунту при дослідженні коливався в межах 123-269 мг/дм<sup>3</sup>. Розглянемо детальніше по розрізам (5-15 см) отриманий залишок на рис. 4.53-4.55.

Зразки ґрунту отримані з розрізу 5 см посезонно показали різну вагу сухого залишку. Північний бік сміттєзвалища показав найбільше сухого залишку (263 мг/дм<sup>3</sup>) у літній період та найменше (125 мг/дм<sup>3</sup>) в осінній. Східна сторона у весняний період (263 мг/дм<sup>3</sup>) дала найбільше залишку та осінній (148 мг/дм<sup>3</sup>) найменше. Південний бік при дослідженні найбільше залишку залишив в літній період (254 мг/дм<sup>3</sup>) дослідження та найменше (177 мг/дм<sup>3</sup>) в зимовий. Західний бік найбільше сухого осаду залишив у літній період (233 мг/дм<sup>3</sup>), а найменше – у осінній (148 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 4.53).

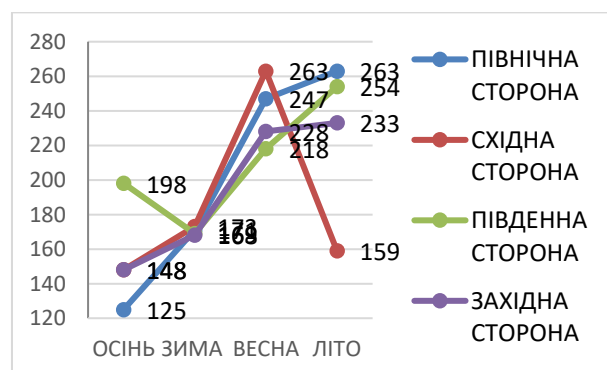


Рисунок 4.53 — Сухий залишок в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Розріз 10 см дає нам отримати результати північної сторони з найбільшою вагою ( $254 \text{ мг/дм}^3$ ) сухого залишку в весняний період та найменшою – ( $129 \text{ мг/дм}^3$ ) у осінній період. Східний бік найменше залишку залишив в осінній період ( $123 \text{ мг/дм}^3$ ) та найбільше у весняний ( $269 \text{ мг/дм}^3$ ). З південної сторони найбільше залишку отримано під час зимового періоду ( $264 \text{ мг/дм}^3$ ) та найменше ( $174 \text{ мг/дм}^3$ ) у осінній. Та з західної сторони у осінній період ( $156 \text{ мг/дм}^3$ ) було отримано найменше, а літній ( $236 \text{ мг/дм}^3$ ) найбільше (рис. 4.54).

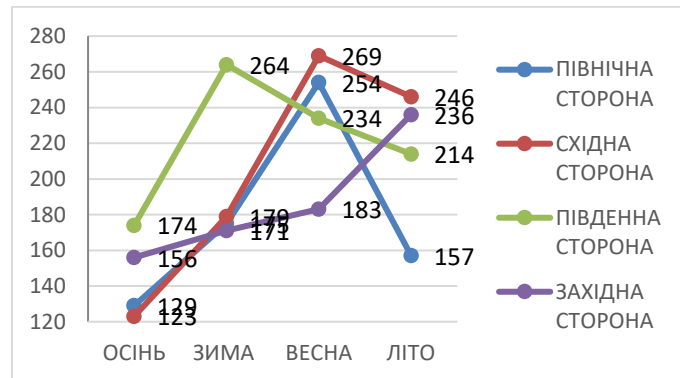


Рисунок 4.54 — Сухий залишок в розрізі 10 см по сезонах з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

15 см у розрізі на кожній зі сторін горизонту, дали змогу отримати дані по сезонах, а саме з північної сторони найбільше залишку ( $251 \text{ мг/дм}^3$ ) у літній період та найменше у зимовий ( $179 \text{ мг/дм}^3$ ). Східна сторона сміттєзвалища найвищі показники сухого залишку дала змогу зафіксувати в осінній ( $236 \text{ мг/дм}^3$ ) період, а найменше в літній ( $156 \text{ мг/дм}^3$ ). Південний бік сухі залишки отримав в межах  $183$ — $247 \text{ мг/дм}^3$ . Та отримавши результати з західної сторони сміттєзвалища отримано найменше в літній період ( $169 \text{ мг/дм}^3$ ) і найбільше в осінній ( $236 \text{ мг/дм}^3$ ) (рис. 4.55).

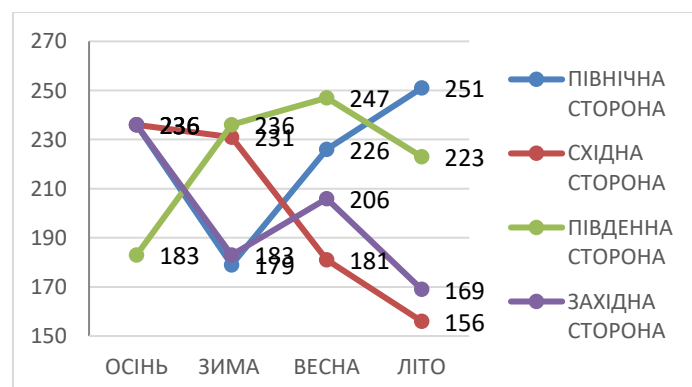


Рисунок 4.55 — Сухий залишок в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Нітрати в розрізі 5 см коливалися від 15,6 до 40,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в літній період (38,4 мг/кг), а найнижчий у весняний (18,7 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у осінній період (40,4 мг/кг) та найнижчим у зимовий (27,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у осінній період (38,4 мг/кг) та найнижчий зимою (20,3 мг/кг). Північна з найвищим літом (36,4 мг/кг), найнижчим зимою (15,6 мг/кг) (рис. 4.56).

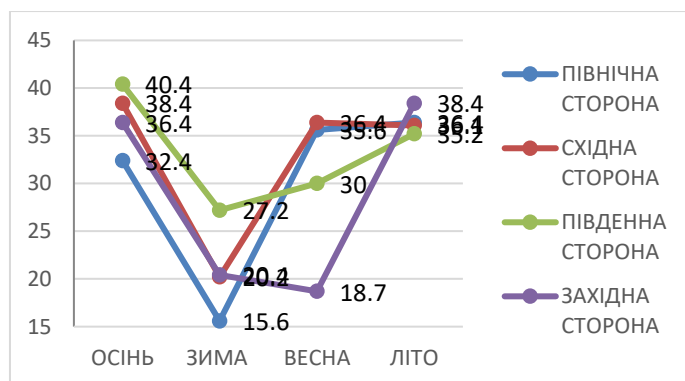


Рисунок 4.56 — Нітрати (NO<sub>3</sub>) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 10 см коливалися від 17 до 43,2 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (43,2 мг/кг), а найнижчий у весняний (27,1 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в зимовий період (356 мг/кг) та найнижчим у весняний (20,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (38,4 мг/кг) та найнижчий зимою (18,7 мг/кг). Північна з найвищим літом (41,3 мг/кг), найнижчим зимою (17 мг/кг) (рис. 4.57).

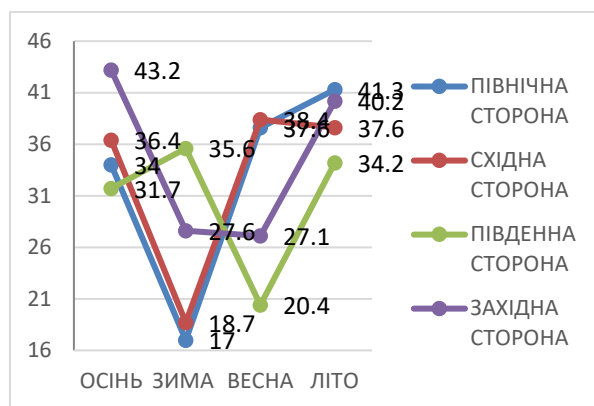


Рисунок 4.57 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Нітрати в розрізі 15 см коливалися від 18,4 до 32,8 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (32,8 мг/кг), а найнижчий у зимовий (27,1 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий період (37,6 мг/кг) та найнижчим у весняний (30,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у весняний період (32,8 мг/кг) та найнижчий зимою (27,1 мг/кг). Північна з найвищим літом (41,6 мг/кг), найнижчим зимою (18,4 мг/кг) (рис. 4.58).

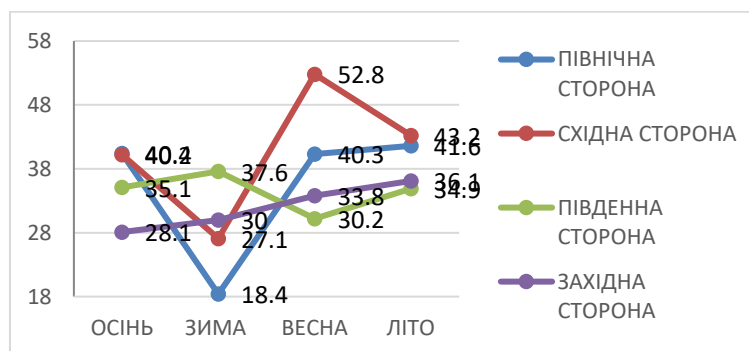


Рисунок 4.58 — Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 5 см коливалися від 0,2 до 1,4 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (1,4 мг/кг), а найнижчий у осінній та весняний (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (0,8 мг/кг) та найнижчим у весняний та осінній (0,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у

літній період (0,9 мг/кг) та найнижчий весною (0,2 мг/кг). Північна з найвищим весною (1,4 мг/кг), найнижчим літом (0,2 мг/кг) (рис. 4.59).

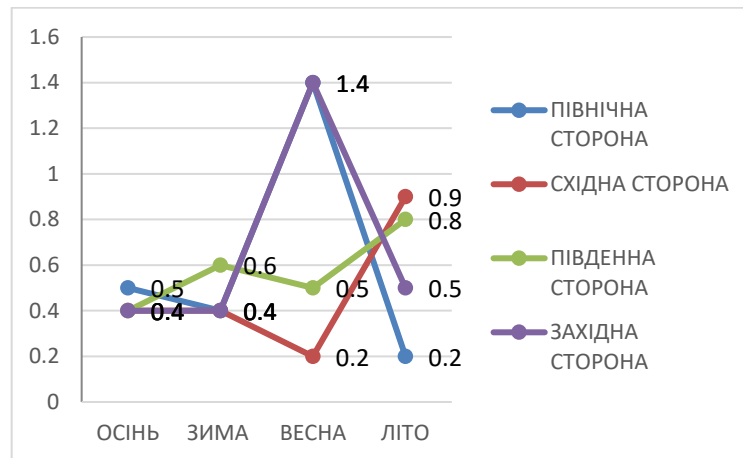


Рисунок 4.59 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 5 см коливалися від 0,3 до 1,3 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (1,2 мг/кг), а найнижчий в зимовий та весняний (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий період (0,8 мг/кг) та найнижчим літом (0,3 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (1,3 мг/кг) та найнижчий зимою (0,32 мг/кг). Північна з найвищим літом (1,2 мг/кг), найнижчим зимою (0,34 мг/кг) (рис. 4.60).

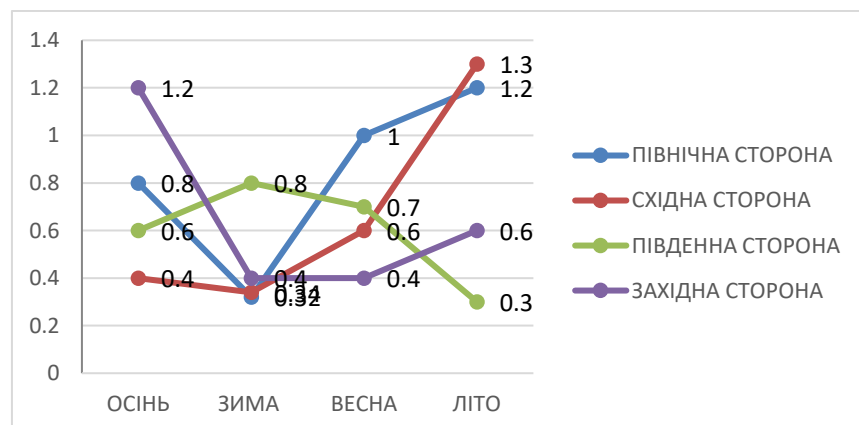


Рисунок 4.60 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Фосфати в розрізі 15 см коливалися від 0,4 до 1,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (1,2 мг/кг), а найнижчий в зимовий (0,5 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в весняний період (1,6 мг/кг) та найнижчим у осінній (0,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в осінній та літній періоди (1,2 мг/кг) та найнижчий зимою та весною (0,4 мг/кг). Північна з найвищим восени (0,8 мг/кг), найнижчим зимою (0,58 мг/кг) (рис. 4.61).

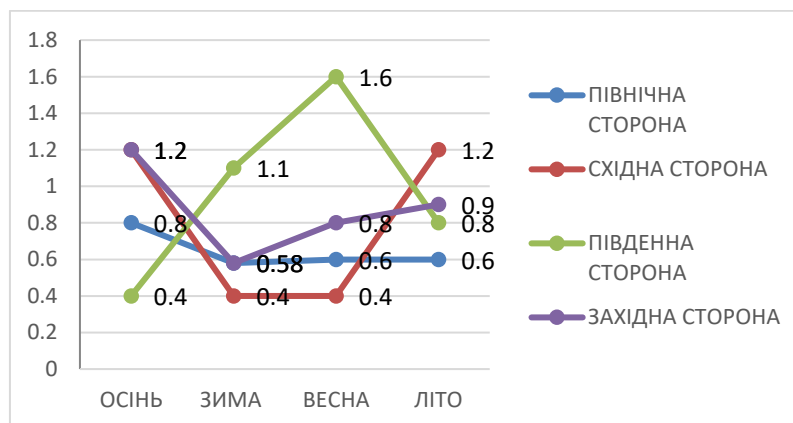


Рисунок 4.31 — Фосфати (PO<sub>4</sub>) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 5 см коливалися від 15,1 до 34,6 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (34,6 мг/кг), а найнижчий у літній (24,8 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (28,8 мг/кг) та найнижчим у весняний (18,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (32,1 мг/кг) та найнижчий зимою (21,1 мг/кг). Північна з найвищим весною (32,1 мг/кг), найнижчим зимою (15,1 мг/кг) (рис. 4.62).

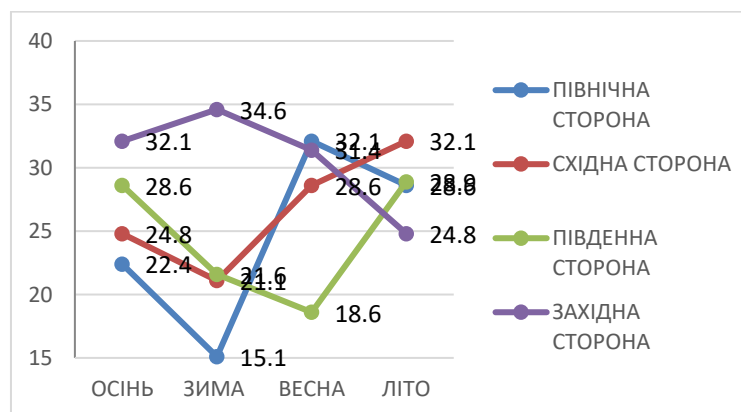




Рисунок 4.62 — Кальцій (Ca) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін  
Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 10 см коливалися від 18,9 до 49,7 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (45,6 мг/кг), а найнижчий у весняний (31,6 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у весняний період (48,9 мг/кг) та найнижчим у літній (26,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (45,4 мг/кг) та найнижчий весною (18,9 мг/кг). Північна з найвищим літом (49,7 мг/кг), найнижчим восени (23,8 мг/кг) (рис. 4.63).

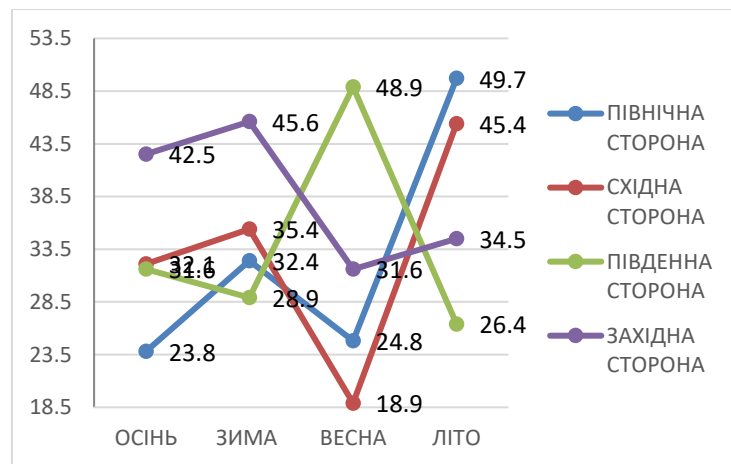


Рисунок 4.63 — Кальцій (Ca) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін  
Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Кальцій в розрізі 15 см коливалися від 18,9 до 52,1мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (49,7 мг/кг), а найнижчий у літній (32,1 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий період (38,9 мг/кг) та найнижчим у літній (33,8 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у зимовий період (52,1 мг/кг) та найнижчий весною (18,9 мг/кг). Північна з найвищим весною (49,7 мг/кг), найнижчим восени (25,9 мг/кг) (рис. 4.64).

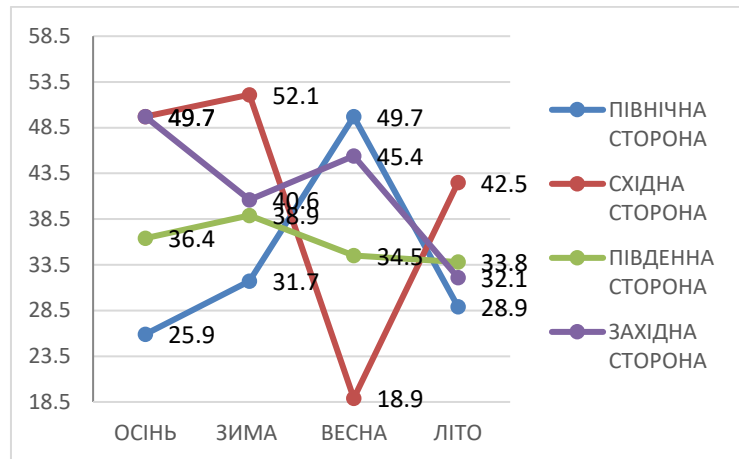


Рисунок 4.64 — Кальцій (Ca) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 5 см коливалися від 12,1 до 34 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (34 мг/кг), а найнижчий у літній (30,5 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній та зимовий період (21,6 мг/кг) та найнижчим у весняний (20,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у літній період (34 мг/кг) та найнижчий весною (21,6 мг/кг). Північна з найвищим весною (32 мг/кг), найнижчим зимою (12,1мг/кг) (рис. 4.65).

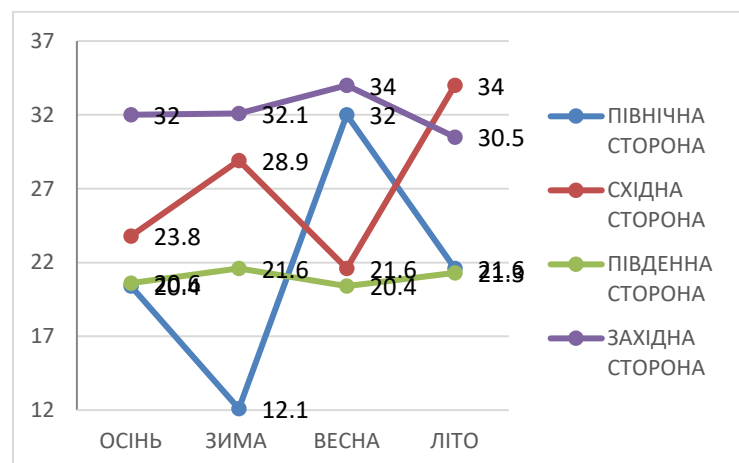


Рисунок 4.65 — Магній (Mg) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 10 см коливалися від 12,5 до 34,1 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в весняний період (32,4 мг/кг),

а найнижчий у літній (22,5 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у осінній період (23,4 мг/кг) та найнижчим у літній (16,4 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у осінній період (34 мг/кг) та найнижчий літом (22,5 мг/кг). Північна з найвищим літом (34,1 мг/кг), найнижчим зимою (12,5 мг/кг) (рис. 4.66).

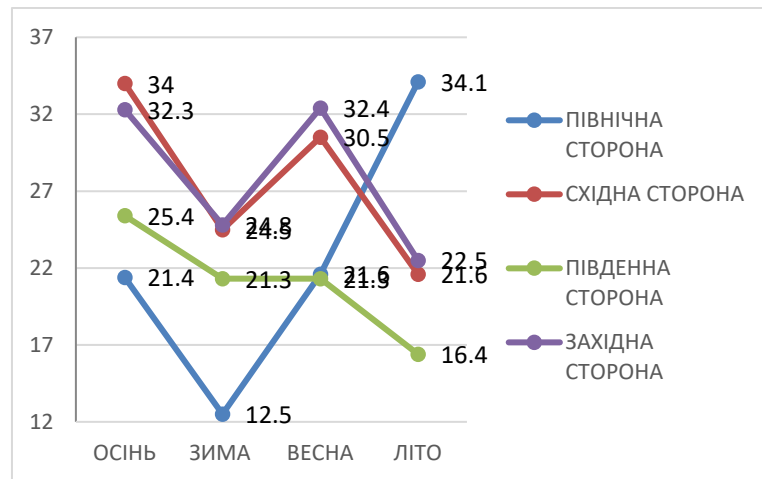


Рисунок 4.66 — Магній (Mg) в розрізі 10 см по сезону з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Магній в розрізі 15 см коливалися від 18,6 до 39,7 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (39,7 мг/кг), а найнижчий у осінній та весняний (31,7 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у літній період (30,4 мг/кг) та найнижчим в зимовий та весняний (22,5 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження в осінній період (36,2 мг/кг) та найнижчий весною (30,8 мг/кг). Північна з найвищим літом (31,2 мг/кг), найнижчим зимою (18,6 мг/кг) (рис. 4.67).

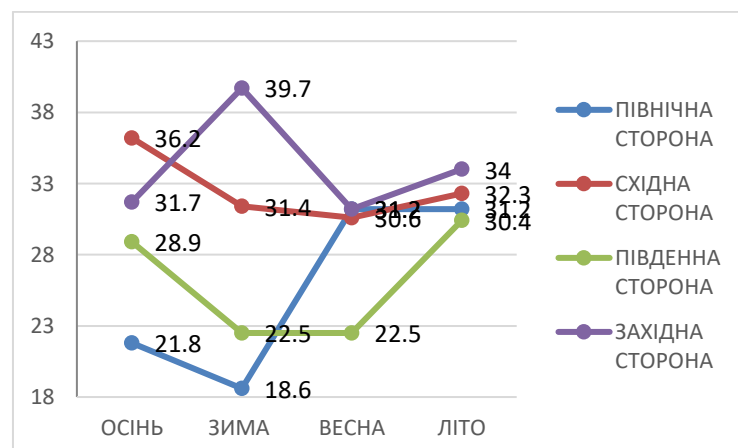


Рисунок 4.67 — Магній (Mg) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін  
Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 5 см коливалися від 10,4 до 44,8 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (44,8 мг/кг), а найнижчий у весняний (30 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у зимовий період (33,6 мг/кг) та найнижчим у осінній та зимовий (10,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у осінній період (44,8 мг/кг) та найнижчий весною (10,8 мг/кг). Північна з найвищим зимою (12,3 мг/кг), найнижчим літом (10,4 мг/кг) (рис. 4.68).

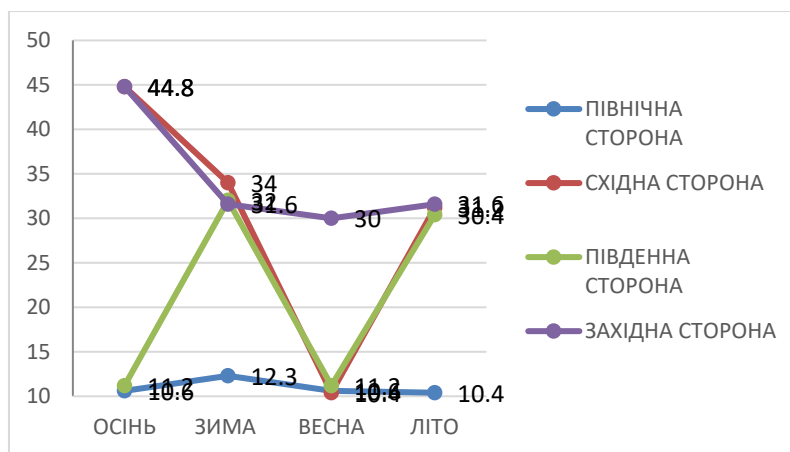


Рисунок 4.68 — Ферум (Fe) в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін  
Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 10 см коливалися від 10,4 до 31,5 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (31,2 мг/кг), а найнижчий літом (10,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у весняний період (31,5 мг/кг) та найнижчим в осінній період (21,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у зимовий період (23,8 мг/кг) та найнижчий восени (11,6 мг/кг). Північна з найвищим зимою (30,4 мг/кг), найнижчим весною (11,2 мг/кг) (рис. 4.69).

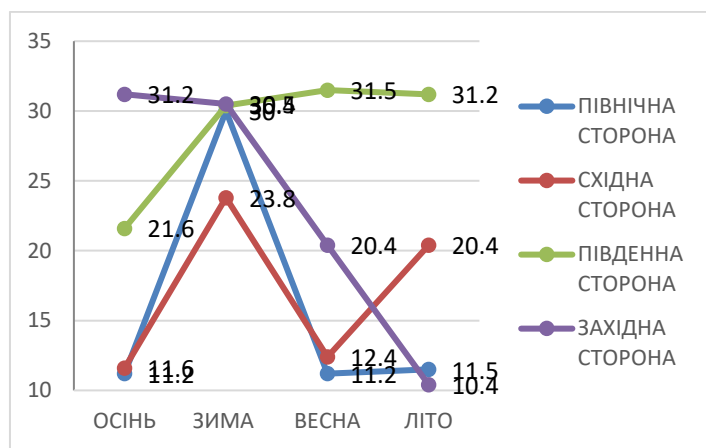


Рисунок 4.69 — Ферум (Fe) в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Ферум в розрізі 15 см коливалися від 10,2 до 31,7 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в зимовий період (31,7 мг/кг), а найнижчий восени (19,2 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом у осінній період (31,2 мг/кг) та найнижчим в зимовий період (20,6 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження у зимовий період (31,7 мг/кг) та найнижчий восени (19,2 мг/кг). Північна з найвищим зимою (20,6 мг/кг), найнижчим восени, весною та літом (10,2 мг/кг) (рис. 4.70).

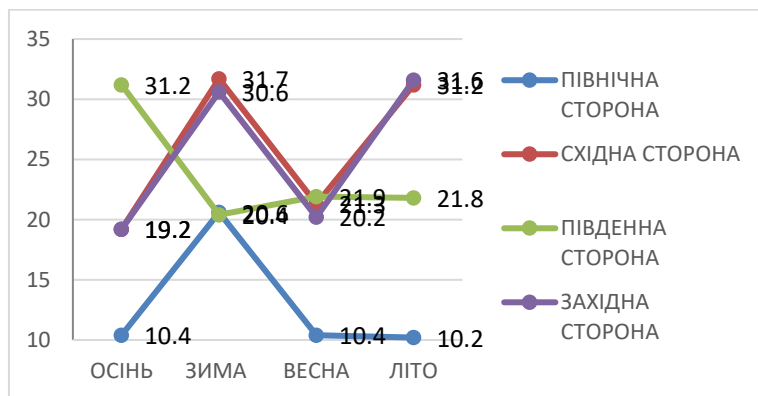


Рисунок 4.70 — Ферум (Fe) в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Розріз 5 см при дослідженнях ґрунтів на наявність нафтопродуктів протягом усіх сезонів коливалися від 0 до 0,9 мг/кг на протязі року. Західний бік дав можливість отримати найвищий показник в осінній період (0,6 мг/кг), а найнижчий у зимовий (0 мг/кг) період. Південна сторона з найвищим

результатом в літній та зимовий (0,3 мг/кг) період, найнижчим у весняний та осінній (0 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час літнього (0,9 мг/кг) дослідження та найнижчий зимою та весною (0 мг/кг). Та північна з найвищим в літній (0,4 мг/кг) період, найнижчим (0,1 мг/кг) восени (рис. 4.71).

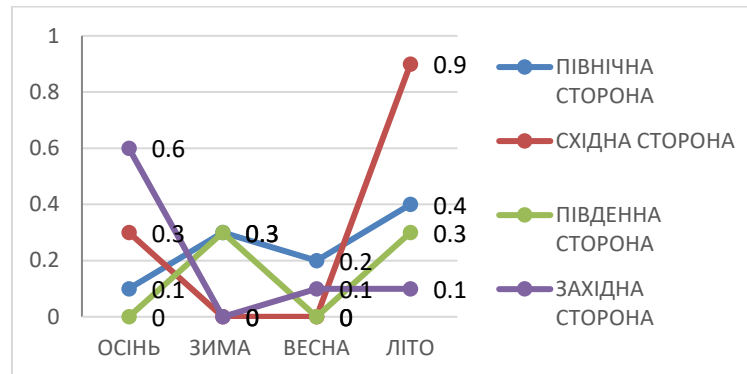


Рисунок 4.71 — Нафтопродукти в розрізі 5 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Частинки нафтопродуктів в розрізі 10 см коливалися від 0 до 1,3 мг/кг на протязі року. Західна сторона дала можливість отримати найвищий показник в осінній період (0,8 мг/кг), а найнижчий у зимовий (0 мг/кг). Південна сторона з найвищим результатом в осінній (0,8 мг/кг) період найнижчим у інші сезони (0,1 мг/кг). Східний бік найвищий показник показав під час дослідження літом (0,6 мг/кг) та найнижчий зимою (0,1 мг/кг). Та північна з найвищим у літній (1,3 мг/кг) період, найнижчим (0,1 мг/кг) весною (рис. 4.72).

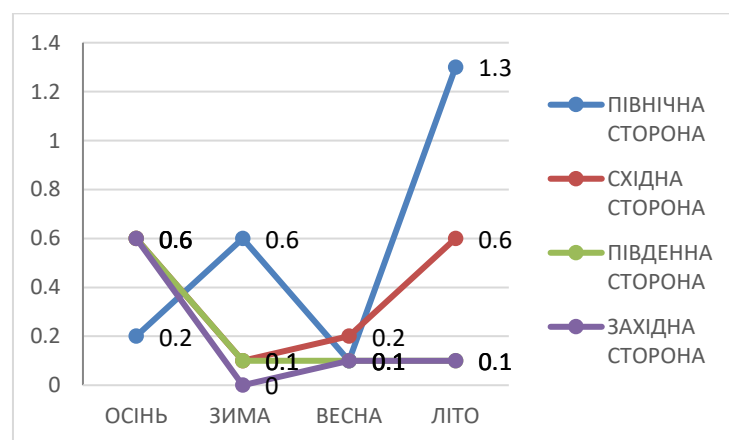


Рисунок 4.72 — Нафтопродукти в розрізі 10 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

Нафтопродукти в розрізі 15 см коливалися від 0,2 до 1,3 мг/кг на протязі року. Де західна сторона показала найвищий результат в осінній період (1,3 мг/кг), а найнижчий у зимовий та весняний (0,4 мг/кг). Південний бік з найвищим результатом в осінній (0,7 мг/кг) період, найнижчим у літній (0,2 мг/кг). Східна сторона найвищий показник отримала під час дослідження літом (0,9 мг/кг) та найнижчий зимою (0,4 мг/кг) період. Та північна з найвищим у зимовий та літній (0,7 мг/кг) період, найнижчим (0,4 мг/кг) восени та на весні (рис. 4.73).

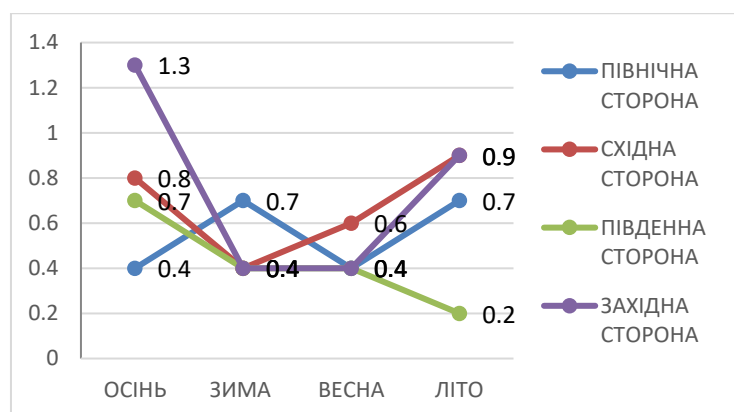


Рисунок 4.73 — Нафтопродукти в розрізі 15 см посезонно з усіх сторін Стрийського сміттєзвалища (мг/кг)

З метою дослідження субстратів у розрізах 5, 10 та 15 см було проведено аналіз характеристик ґрунтового шару на вищезазначених глибинах. Результати цього дослідження є важливими для визначення фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунтового середовища на різних глибинах і встановлення взаємозв'язку між ними.

Дослідження проводилося з метою вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтових субстратів на різних глибинах сміттєзвалищ у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. Отримані дані дозволяють зрозуміти стан ґрунту на різних глибинах та його потенційний вплив на довкілля.

Аналіз фізичних властивостей субстратів показав, що на глибині 5 см спостерігається найбільша вологість ґрунту, оскільки цей шар найбільш піддається впливу атмосферних опадів та зберігає вологу краще за інші шари.

На глибині 10 см вологість зменшується, а на глибині 15 см вже спостерігається значна сухість ґрунту.

Аналіз результатів показав, що на глибині 5 см спостерігається висока вологість субстрату, а рН значення характеризується нейтральним середовищем. Це свідчить про наявність достатнього зволоження та відносно здорового ґрунтового середовища на цій глибині. Крім того, виявлено помірну концентрацію органічних речовин, що свідчить про наявність природних процесів розкладу органічного матеріалу.

У розрізі 10 см спостерігається подібний стан вологості та рН значень до розрізу 5 см. Проте концентрація органічних речовин виявилася вищою, що може бути пов'язано з більшою активністю мікроорганізмів та процесів розкладу на цій глибині.

На глибині 15 см спостерігається зниження вологості та вищий рівень кислотності (нижче рН значення). Це може бути зумовлено меншим доступом до вологи на такій глибині та активністю мікроорганізмів, які можуть змінювати рН середовища. Однак, концентрація органічних речовин залишається в достатній межі, що свідчить про наявність процесів розкладу органічного матеріалу.

Хімічний аналіз субстратів показав різницю у концентрації поживних речовин на різних глибинах. На глибині 5 см спостерігається вищий рівень органічних речовин і макроелементів, таких як азот, фосфор і калій. На глибині 10 см концентрація цих речовин зменшується, а на глибині 15 см вони присутні в незначних кількостях. Це свідчить про активність мікроорганізмів та біологічних процесів, які відбуваються на поверхні ґрунту і сприяють накопиченню поживних речовин у верхньому шарі.

Біологічний аналіз субстратів показав наявність живих організмів на різних глибинах. На глибині 5 см спостерігається найбільша активність мікроорганізмів, що свідчить про наявність життєвого середовища та гнійного процесу. На глибині 10 см активність мікроорганізмів зменшується, а на



глибині 15 см вона значно нижча. Це пов'язано з обмеженням доступу світла і кисню на глибині, що пригнічує активність біологічних процесів.

Загальний аналіз даних показує, що характеристики субстратів на різних глибинах відрізняються і взаємозв'язані. Вологість ґрунту зменшується зі збільшенням глибини, що впливає на розподіл поживних речовин та активність біологічних процесів. Враховуючи це можна зробити висновок, що глибина субстрату є важливим фактором, який впливає на його фізичні, хімічні та біологічні властивості.

Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок, що ґрунтове середовище на території сміттєзвалищ в туристично-рекреаційному комплексі Львівської області має деякі показники, які свідчать про його задовільний стан. Проте, зміни на глибині 15 см можуть вказувати на потенційну нестабільність середовища. Важливо приділити увагу збереженню та відновленню ґрунтового середовища на досліджених сміттєзвалищах. Для цього рекомендується впровадження заходів щодо контролю та регулювання використання хімічних речовин та добрив, забезпечення належного водного режиму та пропагування екологічних підходів до ведення сільськогосподарської діяльності. Подальші дослідження та моніторинг ґрунтового середовища будуть важливими для оцінки ефективності вжитих заходів та прийняття необхідних відновлювальних дій.

#### **4.2. Вміст хімічних елементів в неорельєфі сміттєзвалищ**

З метою визначення стану забруднення важкими металами на території досліджуваних сміттєзвалищ у осінній період (вересень 2021 року), було відібрано 24 проби субстрату. Проби були відібрані з 4 сторін горизонту трьох сміттєзвалищ. Відбір проб здійснювався згідно стандартної методики "Програми державної гідрометеорологічної служби" [117]. Відбиралися методом конверта, при середній температурі +13 +23 °С. Глибина відбору

становила 10 та 20 см. Проби були відповідним чином висушені, подрібнені та марковані.

Дослідження проводилися в науково-дослідній лабораторії Фрайберзької гірничої академії (Німеччина, Саксонія), під час участі у навчанні з академічної мобільності в рамках програми: «Наукової співпраці з Університетами країн, що розвиваються» Міжнародного проєкту «EcoMining: розробка інтегрованої програми аспірантів для сталої гірничодобувної та природоохоронної діяльності» в період з 20 вересня до 20 жовтня 2021 року.

Визначення вмісту важких металів у субстратах сміттєзвалищ відбувався за допомогою Мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS). Він покриває весь необхідний концентраційний діапазон вимірювань. Використовують для проведення рутинних аналізів в лабораторіях з великим потоком проб і вимагають максимальної продуктивності і надійності приладу. Попередньо підготовлені проби досліджуваних ґрунтів вводять у плазму у вигляді розчинів.

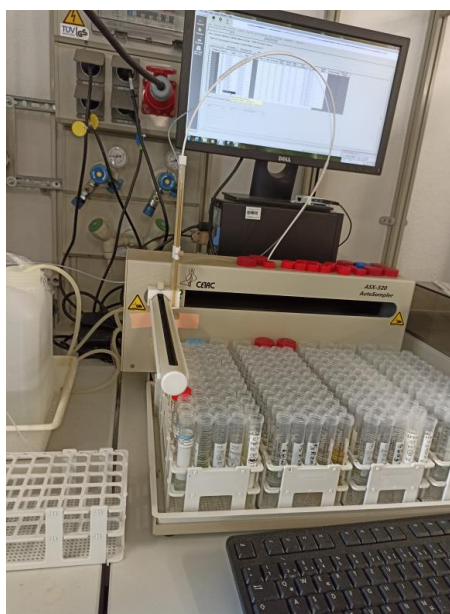


Рисунок 4.74 — Мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS) (фото автора)

Отримані результати з досліджуваних об'єктів розділили на токсичні, біогенні та ті, які містили сліди і не впливають на ріст та розвиток рослин.

#### 4.2.1. Хімічні показники субстратів Броницького сміттєзвалища

З досліджуваних зразків субстрату Броницького сміттєзвалища, які відбиралися з усіх сторін горизонтів розрізі 0 – 10 см та 0 – 20 см були отримані дані за вмістом токсичних, біогенних та тих, які містять лише сліди хімічних елементів.

У нашому випадку в горизонті 0-20 см найбільший вміст Fe спостерігався з південної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 70 мг/кг та 81,01 мг/кг, що не перевищує допустимої концентрації (ГДК для Fe-3500 мг/кг) [93]. Найбільший вміст Ni спостерігався із східного боку Броницького сміттєзвалища у кількості 0,4 мг/кг (0,1 м) та 0,51 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Ni у відповідності до [128] становить для ґрунтів 4,1 мг/кг.

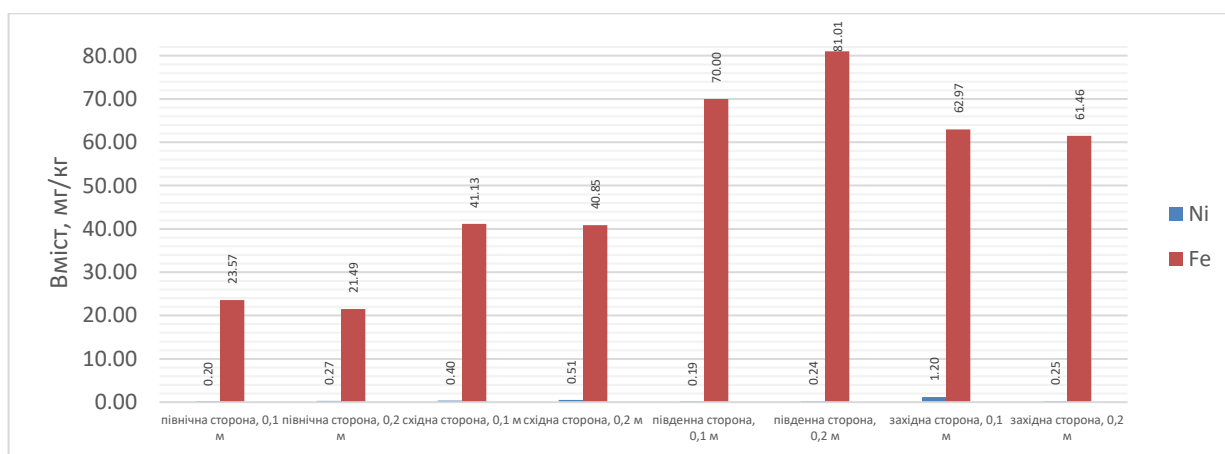


Рисунок 4.75 — Вміст токсичних елементів Ni, Fe у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Вміст Co з східної сторони Броницького сміттєзвалища склав 0,08 мг/кг (0,1 м) та 0,13 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Co у відповідності до [128] становить для ґрунтів 5,1 мг/кг. Найбільший вміст Cu спостерігався із східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,88 мг/кг (0,1 м) та 0,9 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cu у відповідності до [128] становить для ґрунтів 3,2 мг/кг. Щодо Pb, то найбільший вміст його спостерігався з західної сторони Броницького

сміттєзвалища у кількості 3,98 мг/кг (0,1 м) та 3,94 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Pb у відповідності до [128] становить для ґрунтів 6 мг/кг. Найбільший вміст Zn спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 2,84 мг/кг (0,1 м) та 2,67 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Zn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 23,2 мг/кг. Для Cd найбільший вміст спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,021 мг/кг (0,1 м) та 0,033 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cd у відповідності до [128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг.

Результати досліджень свідчать, що морфологічний аналіз ґрунтів досліджуваної території не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення. Вміст хімічних елементів (токсичних) не перевищує ГДК (рис. 4.75-4.76).

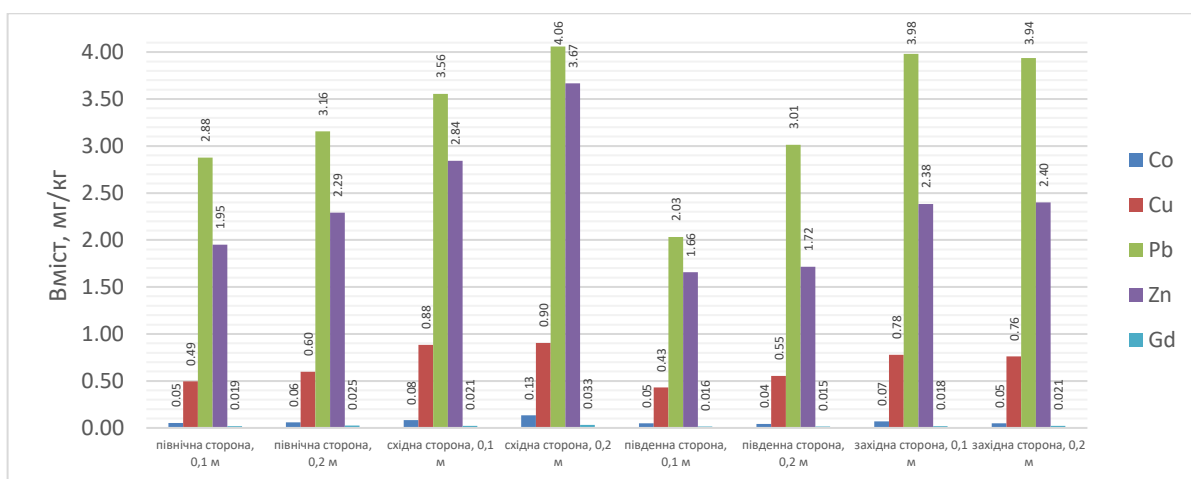


Рисунок 4.76 — Вміст токсичних елементів Co, Cu, Pb, Zn, Cd у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст такого біогенного елемента, як Mg спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища його - 2,3 мг/кг (0,1 м) та 3,9 мг/кг (0,2 м). Що свідчить про невисокий вміст в субстратах, так як Кларк довів, що в земній корі сягає 1,98 % (за масою). Найвищий вміст P спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища - 9,1 мг/кг (0,1 м) та 14,6 мг/кг (0,2 м). Найбільший вміст Mn спостерігався з західної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 3,53 мг/кг (0,1 м) та 5,98 мг/кг (0,2 м), що не

перевищує допустимої концентрації. ГДК для Mn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 1500 мг/кг.

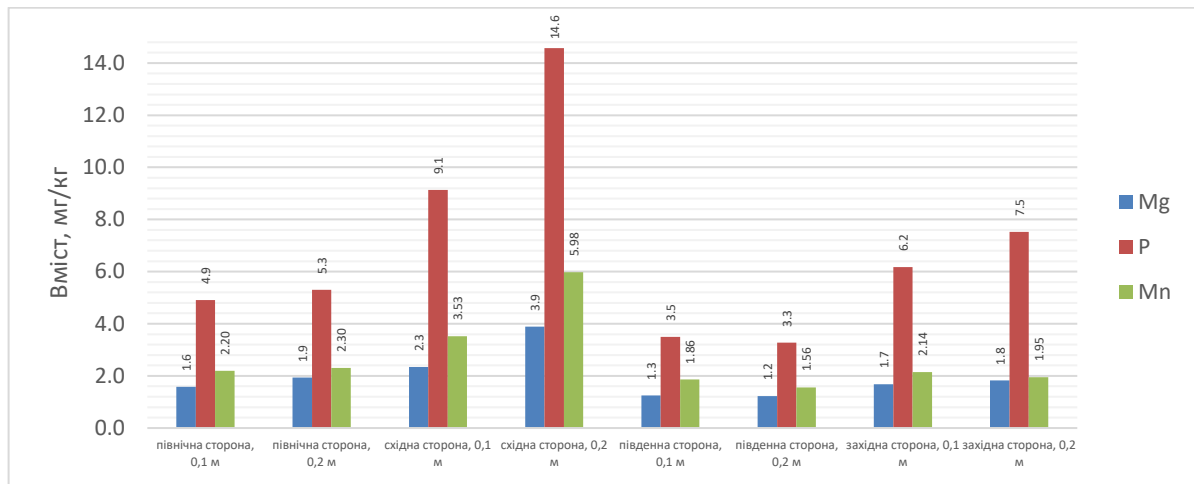


Рисунок 4.77 — Вміст біогенних елементів Mg, P, Mn у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст Al спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 23,4 мг/кг (0,1 м) та 36,1 мг/кг (0,2 м). Щодо Si, то у нашому випадку найбільший вміст його спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 457,3 мг/кг (0,1 м) та 609,7 мг/кг (0,2 м). Найбільший вміст K спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 174,7 мг/кг (0,1 м) та 237,7 мг/кг (0,2 м) (рис. 4.77-4.78).

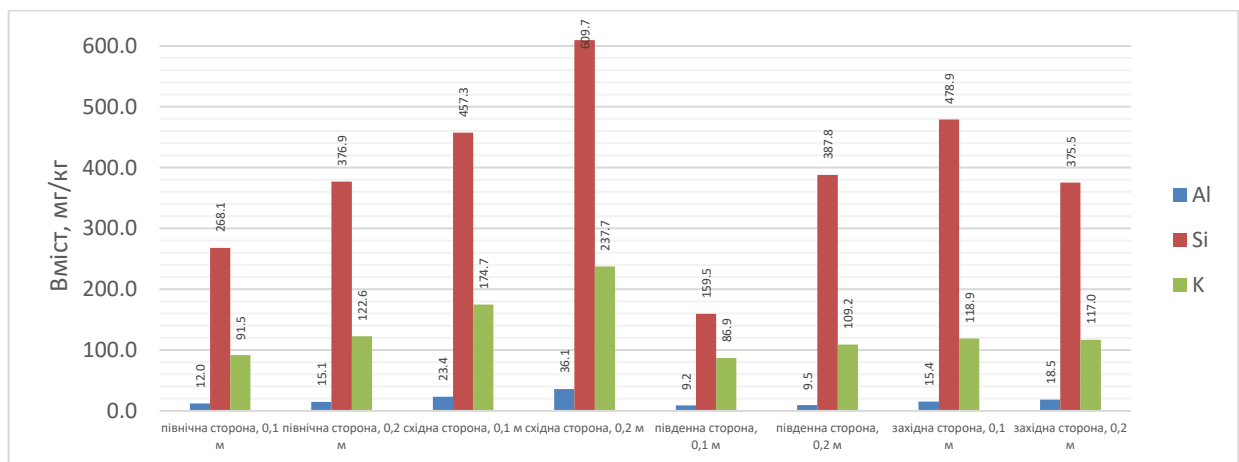


Рисунок 4.78 — Вміст біогенних елементів Al, Si, K у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0.1 та 0.2 м

У нашому випадку найбільший вміст Ga спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,9 мг/кг (0,1 м) та 0,13 мг/кг (0,2 м). Найбільший вміст La спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,12 мг/кг (0,1 м) та 0,19 мг/кг (0,2 м). Вміст U, як біогенного елемента найбільше спостерігався з усіх сторін Броницького сміттєзвалища у кількості 0,3 мг/кг (0,1 м) та 0,4 мг/кг (0,2 м) (рис. 4.79).

Таким чином біогенні елементи в субстратах Броницького сміттєзвалища не мають високої концентрації.

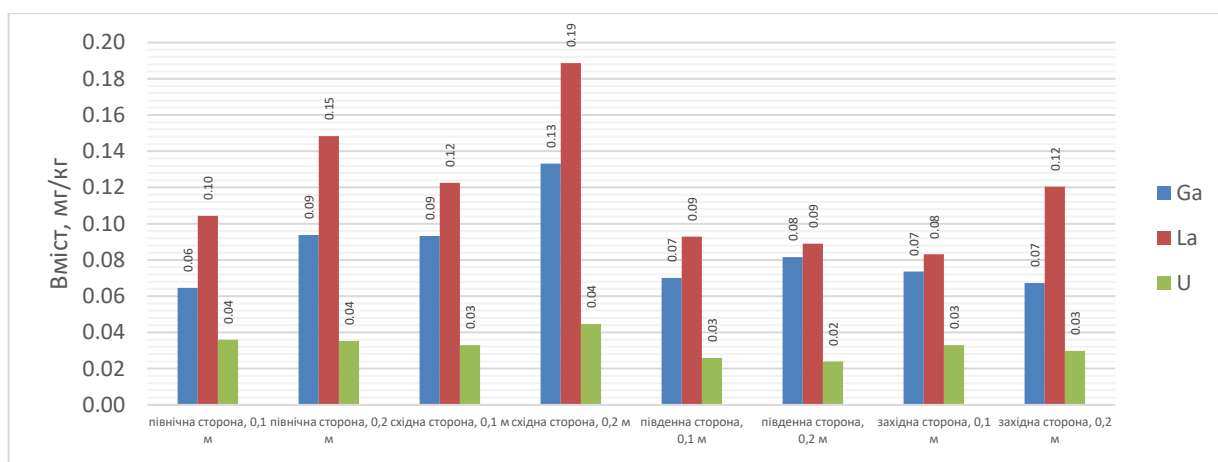


Рисунок 4.79 — Вміст біогенних елементів Ga, La, U у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Щодо вичавлених слідів низки хімічних елементів встановлені показники наводяться у нашому випадку вмісту слідів Sc, як елемента який містить лише сліди, спостерігався на всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,003 мг/кг (0,1 м) та 0,004 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку найбільший вміст слідів Sn спостерігався на всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,001 мг/кг (0,1 м) та 0,003 мг/кг (0,2 м). Сліди Sn спостерігалися по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,003 мг/кг (0,1 м) та 0,005 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Tb спостерігався по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,003 мг/кг (0,1 м) та 0,004 мг/кг (0,2 м). Найбільший вміст слідів Ho спостерігався з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,003 мг/кг (0,1 м) та 0,004 мг/кг (0,2 м). Для Er сліди спостерігалися по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,007

мг/кг (0,1 м) та 0,01 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Tm спостерігався по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,00012 мг/кг (0,1 м) та 0,0014 мг/кг (0,2 м). Lu спостерігався по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,001 мг/кг (0,1 м) та 0,0012 мг/кг (0,2 м). Сліди Ge спостерігався по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,013 мг/кг. Вміст слідів Yb спостерігався по всій території Броницького сміттєзвалища у кількості 0,008 мг/кг. ГДК для хімічного елементу Yb у ґрунтах є не визначеним (рис. 4.80).

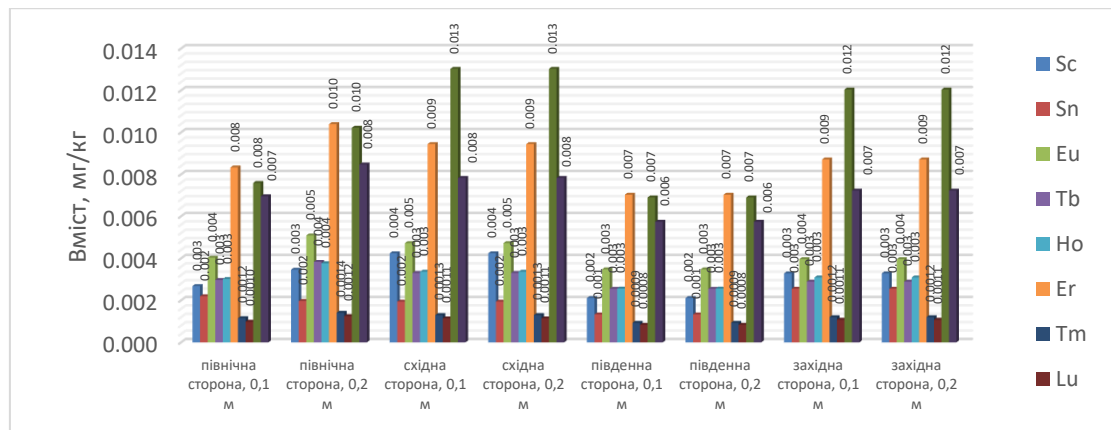


Рисунок 4.80 — Вміст слідів елементів Sc, Sn, Eu, Tb, Ho, Er, Tm, Lu, Ge, Yb у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Щодо вмісту слідів Y, то вони спостерігався найбільше з східної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,15 мг/кг. Вміст слідів Cr спостерігався з західної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 1,064 мг/кг (0,1 м) та 1,114 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cr у відповідності до [93] становить для ґрунтів 6 мг/кг. У нашому випадку вміст слідів Ge спостерігався найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,21 мг/кг (0,1 м) та 0,29 мг/кг (0,2 м). Щодо вмісту слідів Nd спостерігався найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,098 мг/кг (0,1 м) та 0,133 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Cd спостерігався найбільше з західної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,089 мг/кг, що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для хімічного елемента Cd у відповідності до

[128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг. Сліди Th спостерігалися найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,044 мг/кг (0,1 м) та 0,073 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Pr спостерігався найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,025 мг/кг (0,1 м) та 0,026 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Sm спостерігався найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,02 мг/кг (0,1 м) та 0,026 мг/кг (0,2 м). Слідів Dy спостерігався найбільше з північної сторони Броницького сміттєзвалища у кількості 0,016 мг/кг (0,1 м) та 0,021 мг/кг (0,2 м).

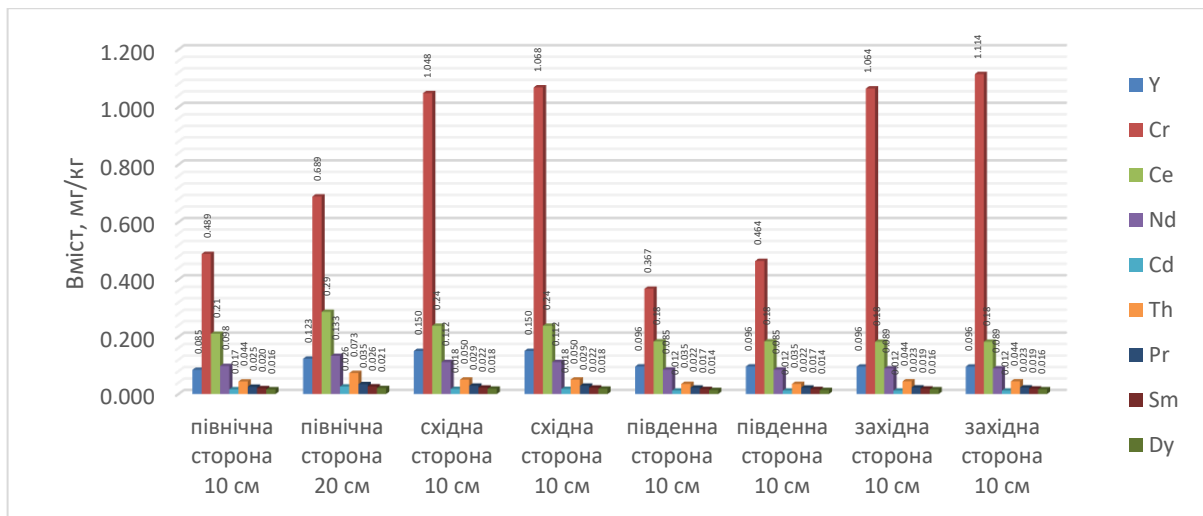


Рисунок 4.81 — Вміст слідів елементів Y, Cr, Ce, Nd, Cd, Th, Pr, Sm, Dy у субстраті Броницького сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Результати досліджень свідчать, що морфологічний склад субстратів Броницького сміттєзвалища не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення.

З отриманих результатів з Стрийського сміттєзвалища ми отримали наступні дані по об'єкту, які розділили на токсичні, біогенні та ті, які містили сліди, які не впливають на ріст рослин.

#### 4.2.2. Хімічні показники субстратів Стрийського сміттєзвалища

З досліджуваних зразків ґрунту Стрийського сміттєзвалища, які відбиралися з усіх сторін горизонту в розрізі 0,1 та 0,2 метри були отримані



наступні дані за токсичними, біогенними та тими, які містять лише сліди хімічних елементів: у нашому випадку найбільший вміст Fe спостерігався з південної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 27,97 мг/кг (0,1 м) та 18,98 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Fe у відповідності до [128] становить для ґрунтів 3500 мг/кг. Найбільший вміст Ni спостерігався з східного боку Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,09 мг/кг (0,1 м) та 0,11 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Ni у відповідності до [128] становить для ґрунтів 4,1 мг/кг (рис. 4.82).

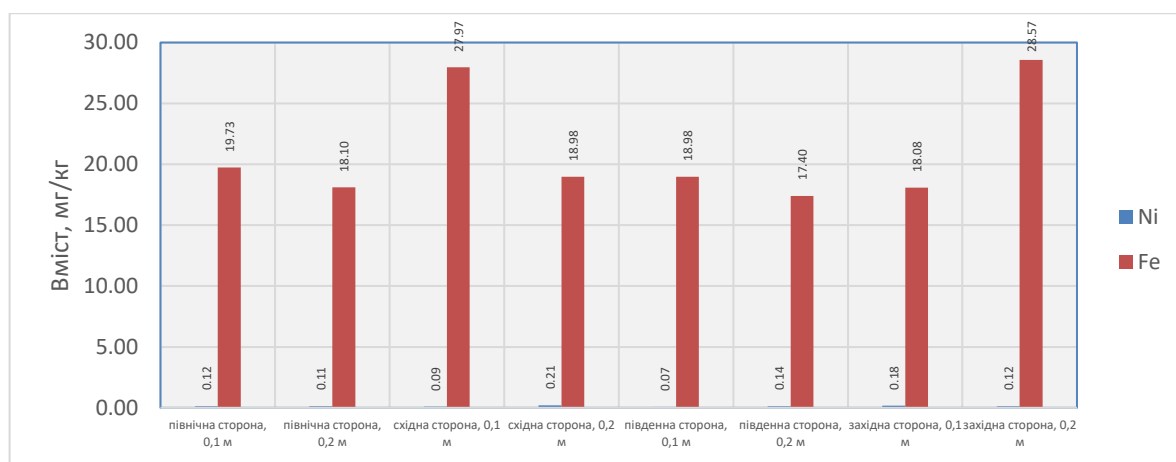


Рисунок 4.82 — Вміст токсичних елементів Ni, Fe у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст Co спостерігався з усіх сторін горизонту Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг (0,1 м) та 0,03 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Co у відповідності до [128] становить для ґрунтів 5,1 мг/кг. Щодо вмісту Cu, то найбільший вміст спостерігався з східної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,04 мг/кг (0,1 м) та 0,03 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cu у відповідності до [128] становить для ґрунтів 3,2 мг/кг. Вміст Pb спостерігався з південної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,05 мг/кг (0,1 м) та 0,12 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Pb у відповідності до [128] становить для ґрунтів 6 мг/кг. Найбільший вміст Zn спостерігався з східної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,19 мг/кг (0,1 м) та 0,14 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої

концентрації. ГДК для Zn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 23,2 мг/кг. У нашому випадку найбільший вміст Cd спостерігався з східної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,008 мг/кг (0,1 м) та 0,004 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cd у відповідності до [128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг. Результати досліджень свідчать, що морфологічний аналіз субстратів Стрийського сміттєзвалища не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення (рис. 4.83).

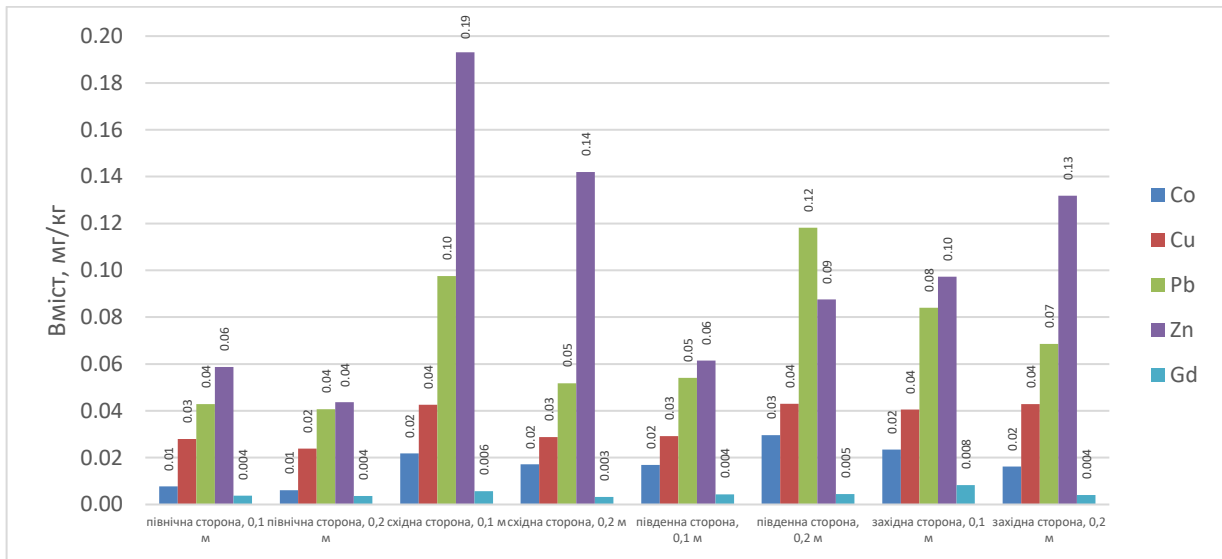


Рисунок 4.83 — Вміст токсичних елементів Co, Cu, Pb, Zn, Cd у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Стосовно біогенних елементів, то їх дані наводимо далі. Найбільший вміст біогенного елемента Mg спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 1,7 мг/кг (0,1 м) та 2,2 мг/кг (0,2 м). Що свідчить про невисокий вміст даного біогенного металу в субстратах, так як кларк в земній корі сягає 0,1 % (за масою). Найбільший вміст P спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 2,3 мг/кг (0,1 м) та 2,2 мг/кг (0,2 м). Щодо Ca, то найвищі показники спостерігалися з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 3,6 мг/кг (0,1 м) та 4,6 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. У нашому випадку найбільший вміст Mn спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 3,41 мг/кг (0,1 м) та 1,41 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої

концентрації. ГДК для Mn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 1500 мг/кг (рис. 4.84).

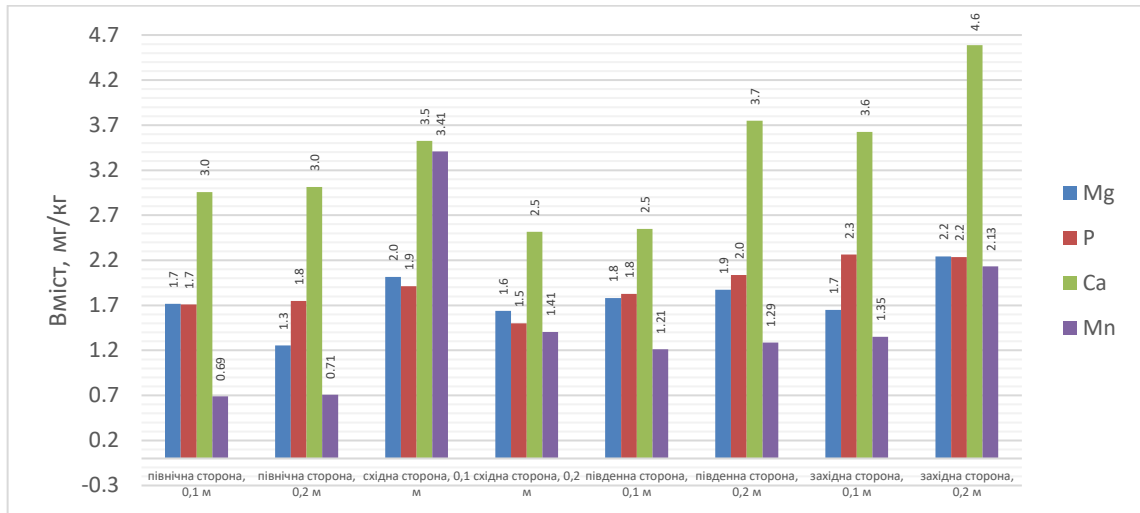


Рисунок 4.84 — Вміст біогенних елементів Mg, P, Ca, Mn у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст Al спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 72,2 мг/кг (0,1 м) та 72,8 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку найбільший вміст Si спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 1081 мг/кг. Щодо вмісту K, то він спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 90 мг/кг (0,1 м) та 95,4 мг/кг (0,2 м).

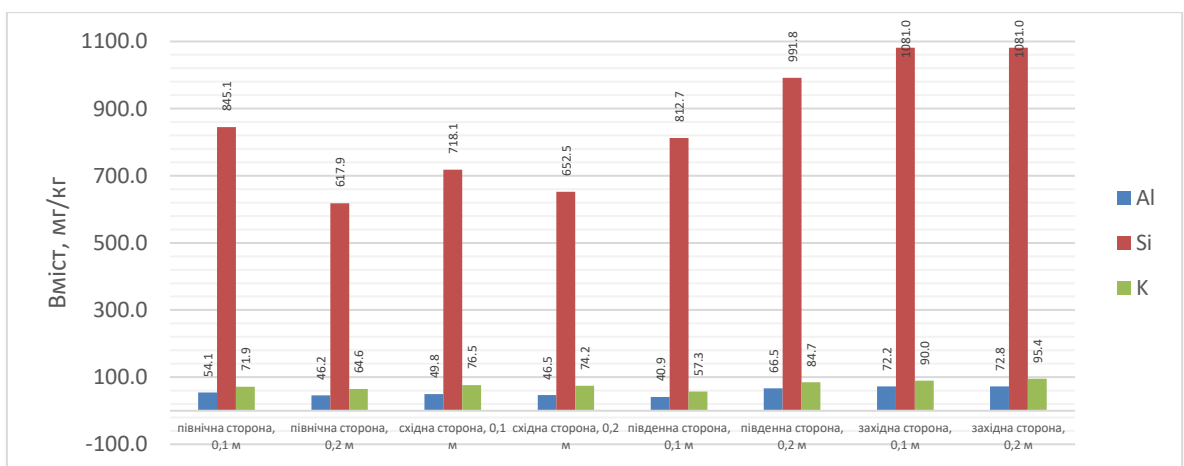


Рисунок 4.85 — Вміст біогенних елементів Al, Si, K у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Ga спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,02 мг/кг. Найбільший вміст As спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг (0,1 м) та 0,03 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для хімічного елементу As у відповідності до [93] становить для ґрунтів 2 мг/кг. Спостерігалось, що найбільший вміст La спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,06 мг/кг (0,1 м) та 0,02 мг/кг (0,2 м). Вміст U спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,007 мг/кг (0,1 м) та 0,006 мг/кг (0,2 м).

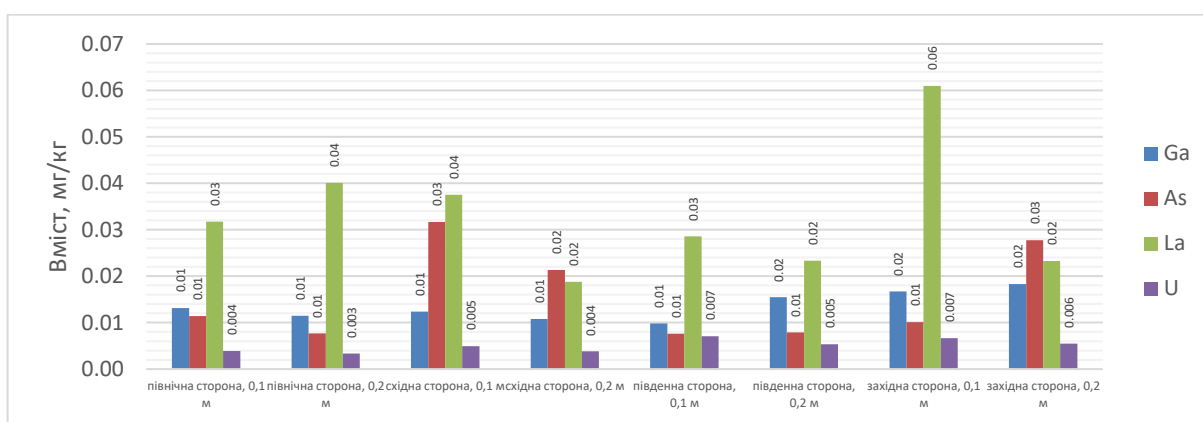


Рисунок 4.86 — Вміст біогенних елементів Ga, As, La, U у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Аналогічно, для Стрийського сміттєзвалища виявлено сліди низки хімічних елементів. У нашому випадку вміст слідів Ge спостерігався найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0035 мг/кг (0,1 м) та 0,0027 мг/кг (0,2 м). ГДК для хімічного елементу Ge у ґрунтах є не визначеним. У нашому випадку вміст слідів Cd спостерігався найбільше з східної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0016 мг/кг, що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для хімічного елемента Cd у відповідності до [128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг. Найбільший вміст слідів Sn спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0008 мг/кг (0,1 м) та 0,0017 мг/кг (0,2 м). Щодо слідів Er, то найбільший вміст спостерігався з південної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,002 мг/кг (0,1 м) та 0,0031 мг/кг (0,2 м). Тут вміст

слідів Yb спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0026 мг/кг (0,1 м) та 0,0036 мг/кг (0,2 м). Щодо найбільшого вмісту слідів Ho, то він спостерігався з південної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0009 мг/кг (0,1 м) та 0,001 мг/кг (0,2 м). Tm спостерігався по всій території Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0003 мг/кг (0,1 м) та 0,0004 мг/кг (0,2 м). Lu спостерігався по всій території Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0003 мг/кг (0,1 м) та 0,0005 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Eu спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0015 мг/кг (0,1 м) та 0,0012 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Tb спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0011 мг/кг (0,1 м) та 0,0006 мг/кг (0,2 м).

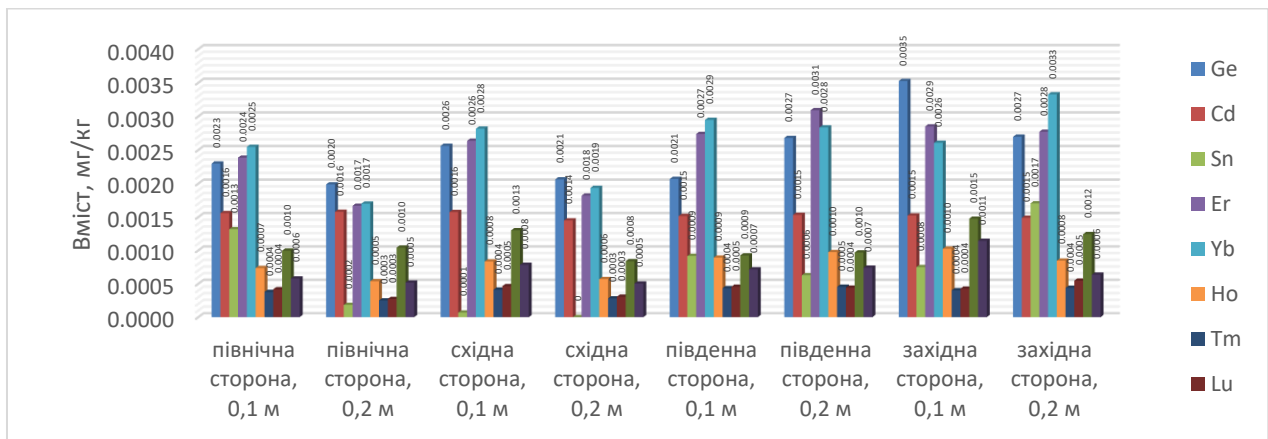


Рисунок 4.87 — Вміст слідів елементів Ge, Cd, Sn, Er, Yb, Ho, Tm, Lu, Eu, Tb у субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст слідів Sr спостерігався з східної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,214 мг/кг (0,1 м) та 0,551 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Sr у відповідності до [93] становить для ґрунтів 6 мг/кг. Щодо вмісту слідів Y, то вони спостерігалися найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,026 мг/кг (0,1 м) та 0,024 мг/кг (0,2 м). Ge спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,12 мг/кг (0,1 м) та 0,05 мг/кг (0,2 м). ГДК для хімічного елементу Ge у ґрунтах є не визначеним. Спостерігалися сліди Nd найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,055 мг/кг (0,1 м) та 0,02 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Th

спостерігався найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0305 мг/кг (0,1 м) та 0,0112 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Sc спостерігався з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0097 мг/кг (0,1 м) та 0,0152 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Pr спостерігався найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0146 мг/кг (0,1 м) та 0,00054 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Sm спостерігався найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0098 мг/кг (0,1 м) та 0,004 мг/кг (0,2 м). У нашому випадку вміст слідів Dy спостерігався найбільше з західної сторони Стрийського сміттєзвалища у кількості 0,0059 мг/кг (0,1 м) та 0,0039 мг/кг (0,2 м).

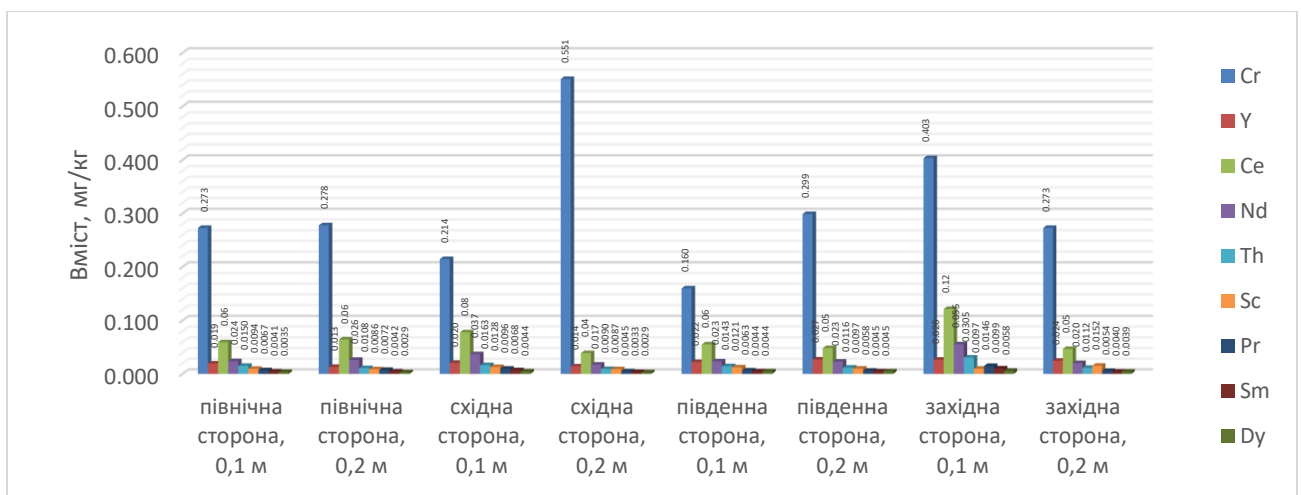


Рисунок 4.88 — Вміст слідів елементів Cr, Y, Ce, Nd, Th, Sc, Pr, Sm, Dy субстраті Стрийського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Результати досліджень свідчать, що морфологічний склад субстратів Стрийського сміттєзвалища не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення. Вивчення хімічного складу субстратів сміттєзвалищ є важливим з точки зору підбору асортименту рослинності для проведення біологічного етапу рекультивациі.

З отриманих результатів з Бориславського сміттєзвалища ми отримали наступні дані по об'єкту, які розділили на токсичні, біогенні та ті, які містили сліди, які не впливають на ріст рослин.

#### 4.2.3. Хімічні показники субстратів Бориславського сміттєзвалища

З досліджуваних зразків ґрунту Бориславського сміттєзвалища, які відбиралися з усіх сторін горизонту в розрізі 0,1 та 0,2 метри були отримані наступні дані по токсичним, біогенним та тим, які містять лише сліди хімічних елементів (рис. 4.89-4.91): найбільший вміст Fe спостерігався з південної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 16,06 мг/кг (0,1 м) та 19,72 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Fe у відповідності до [128] становить для ґрунтів 3500 мг/кг. Вміст Ni найбільше спостерігався з східного боку Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,37 мг/кг (0,1 м) та 0,43 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Ni у відповідності до [128] становить для ґрунтів 4,1 мг/кг.

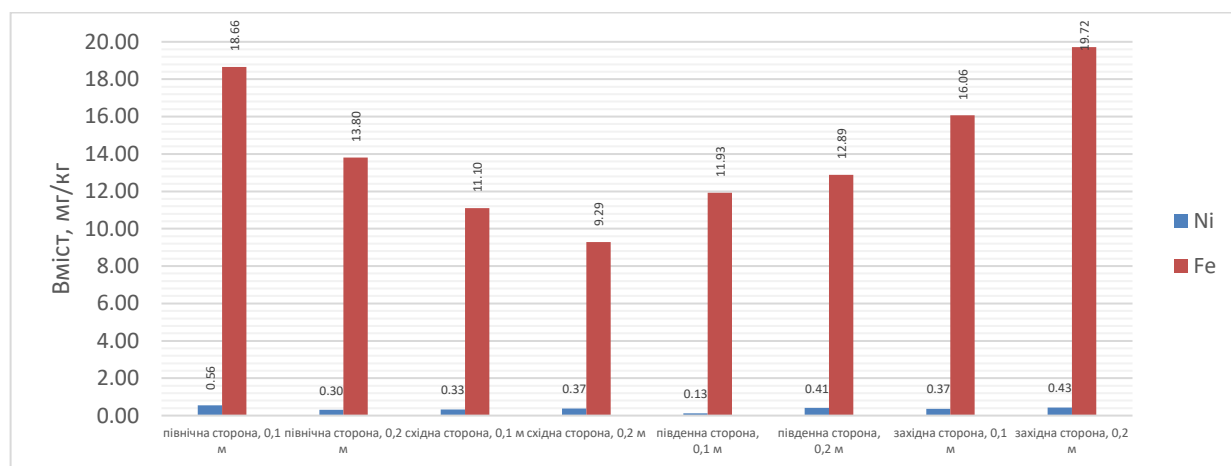


Рисунок 4.89 — Вміст токсичних елементів Ni, Fe у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Вміст Co із західної сторони горизонту Бориславського сміттєзвалища склав 0,02 мг/кг, що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Co у відповідності до [93] становить для ґрунтів 5,1 мг/кг. У нашому випадку найбільший вміст Cu спостерігався з східної та західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,03 мг/кг та 0,04 мг/кг, що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cu у відповідності до [128] становить для ґрунтів 3,2 мг/кг. Щодо Pb, то найбільший вміст його спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,12 мг/кг (0,1 м) та 0,05 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації.

ГДК для Pb у відповідності до [128] становить для ґрунтів 6 мг/кг. Найбільший вміст Zn спостерігався з східної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,06 мг/кг (0,1 м) та 0,09 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Zn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 23,2 мг/кг. Для Cd найбільший вміст спостерігався з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,002 мг/кг (0,1 м) та 0,003 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cd у відповідності до [128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг.

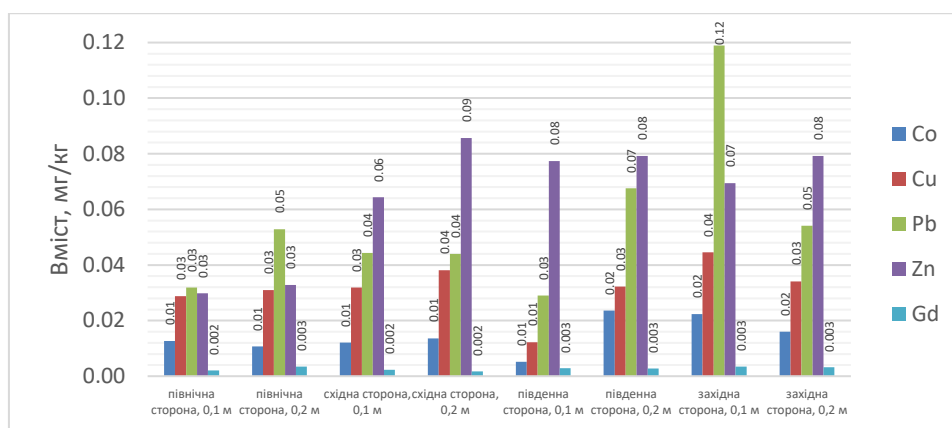


Рисунок 4.90 — Вміст токсичних елементів Co, Cu, Pb, Zn, Cd у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Результати досліджень свідчать, що морфологічний аналіз ґрунтів досліджуваної території не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення. Вміст хімічних елементів (токсичних) не перевищує ГДК.

Розглянемо показники біогенних елементів. Найбільший вміст такого біогенного елемента, як Mg спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища — 1,2 мг/кг (0,1 м) та 1,6 мг/кг (0,2 м). Що свідчить про невисокий його вміст в субстратах, так як кларк в земній корі сягає 0,1 % (за масою). Найвищий вміст P спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 1,8 мг/кг (0,1 м) та 2,1 мг/кг (0,2 м). Вміст Ca спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища найбільше у кількості 1,7 мг/кг (0,1 м) та 2,7 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. У нашому випадку найбільший вміст Mn спостерігався з східної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 1,13 мг/кг (0,1 м) та 1,26



мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Mn у відповідності до [128] становить для ґрунтів 1500 мг/кг.

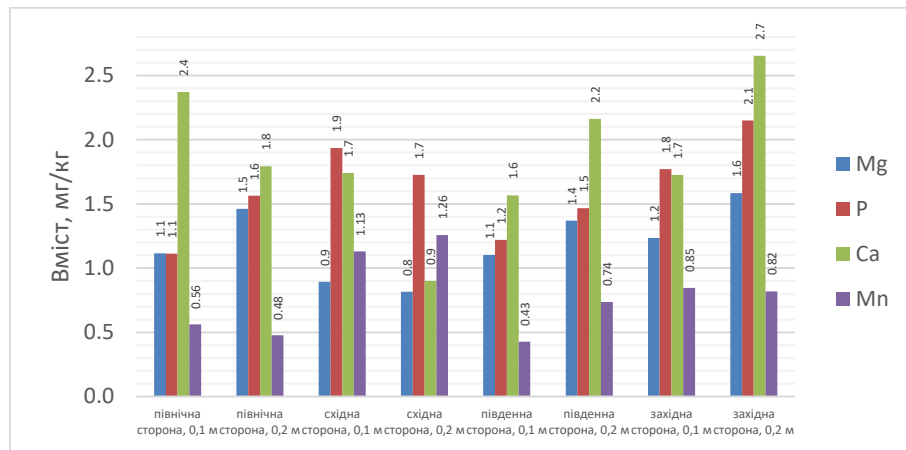


Рисунок 4.91 — Вміст біогенних елементів Mg, P, Ca, Mn у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Найбільший вміст Al біогенного елемента спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 43 мг/кг (0,1 м) та 58,2 мг/кг (0,2 м). Щодо Si, то найбільший вміст цього біогенного елемента спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 782,4 мг/кг (0,1 м) та 995,5 мг/кг (0,2 м). Найбільший вміст K, як біогенного елемента спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 88,6 мг/кг (0,1 м) та 104,7 мг/кг (0,2 м).

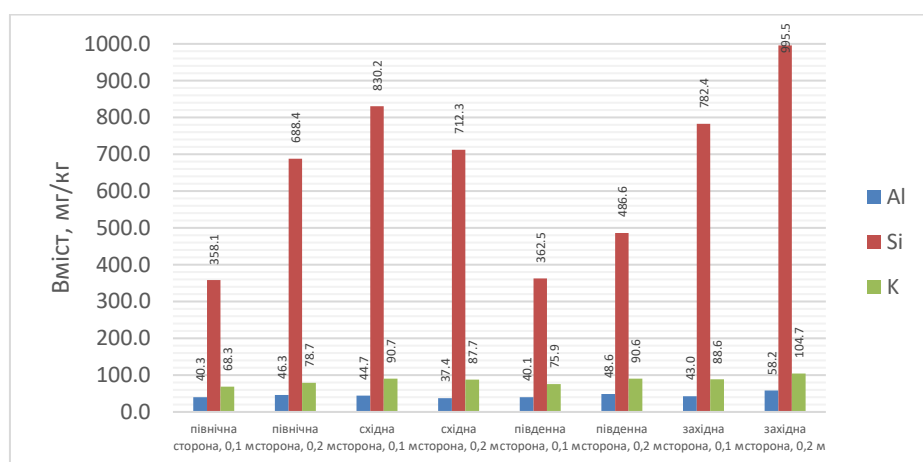


Рисунок 4.92 — Вміст біогенних елементів Al, Si, K у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

У нашому випадку найбільший вміст Ga біогенного елемента спостерігався з усіх сторін Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг. У нашому випадку найбільший вміст As біогенного елемента спостерігався з південної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг (0,1 м) та 0,02 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. Так, як ГДК для хімічного елемента As у відповідності до [128] становить для ґрунтів 2 мг/кг. Найбільший вміст La, як біогенного елемента спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,02 мг/кг. Вміст U спостерігався найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,004 мг/кг.

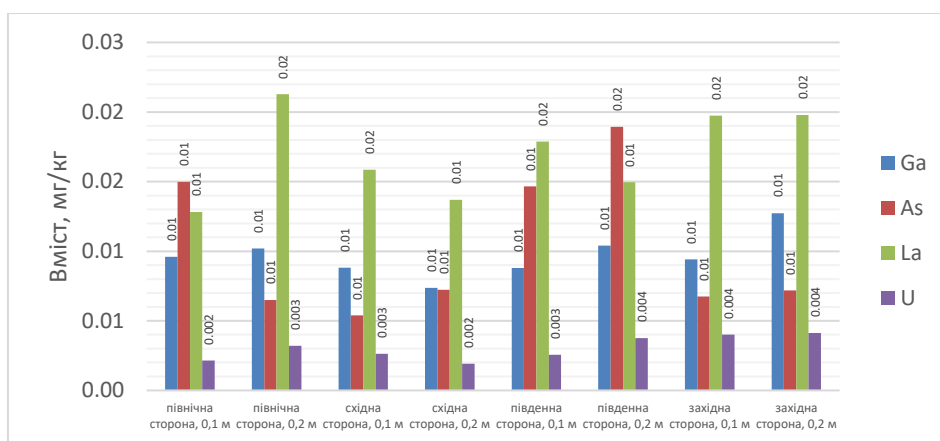


Рисунок 4.93 — Вміст біогенних елементів Ga, As, La, U у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

У нашому випадку вміст слідів Sc спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,009 мг/кг. Вміст слідів Ge спостерігався найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,002 мг/кг (0,1 м) та 0,003 мг/кг (0,2 м). Сліди Cd спостерігався з усіх сторін горизонту Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,001 мг/кг (0,1 м) та 0,002 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. Так як, ГДК для хімічного елемента Cd у відповідності до [128] становить для ґрунтів 0,74 мг/кг. Pr спостерігався найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,005 мг/кг. Вміст слідів Sm спостерігався найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,004 мг/кг (0,1 м)

та 0,003 мг/кг (0,2 м). Сліди Eu спостерігалися по всій території Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,001 мг/кг. У нашому випадку вміст слідів Yb спостерігався по всій території Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,001 мг/кг (0,1 м) та 0,002 мг/кг (0,2 м). Вміст слідів Dy спостерігався найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,003 мг/кг. Сліди Th спостерігалися найбільше з південної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг (0,1 м) та 0,006 мг/кг (0,2 м). Er спостерігався по всій території Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,01 мг/кг (0,1 м) та 0,02 мг/кг (0,2 м).

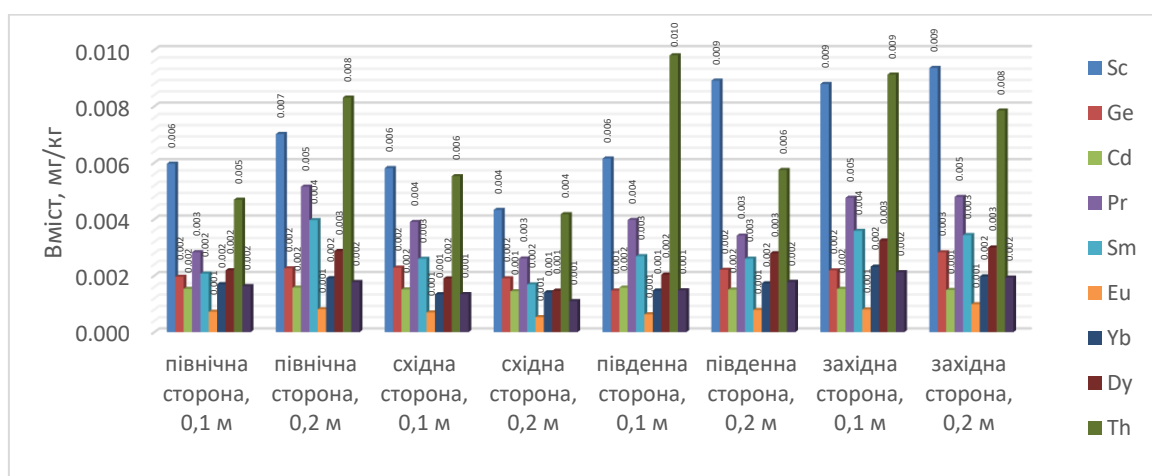


Рисунок 4.94 — Вміст слідів елементів Sc, Ge, Cd, Pr, Sm, Eu, Yb, Dy, Th, Er у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

У нашому випадку найбільший вміст слідів Cr спостерігався з північної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 1,855 мг/кг (0,1 м) та 0,838 мг/кг (0,2 м), що не перевищує допустимої концентрації. Так як, ГДК для Cr у відповідності до [128] становить для ґрунтів 6 мг/кг. Щодо вмісту слідів Y, то вони спостерігалися найбільше з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,015 мг/кг. Вміст слідів Sn спостерігався на південному боці Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,032 мг/кг (0,1 м). У нашому випадку вміст слідів Se спостерігався з західного боку Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,04 мг/кг.

Щодо вмісту слідів Nd, то найбільше їх спостерігалося найбільше з західного боку Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,018 мг/кг.

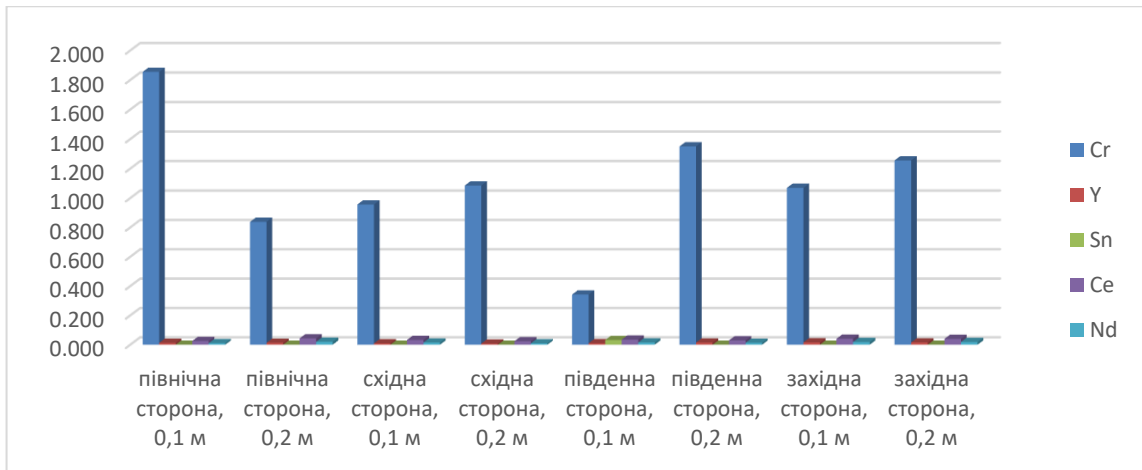


Рисунок 4.95 — Вміст слідів елементів Cr, Y, Sn, Ce, Nd у субстраті Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Результати досліджень свідчать, що морфологічний аналіз ґрунтів досліджуваної території не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення.

Сліди Tb спостерігалися з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,0005 мг/кг. Вміст слідів Ho спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,0006 мг/кг. У нашому випадку вміст слідів Tm спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,0003 мг/кг. Найбільший вміст слідів Lu спостерігався з західної сторони Бориславського сміттєзвалища у кількості 0,0004 мг/кг (0,1 м) та 0,0003 мг/кг (0,2 м).

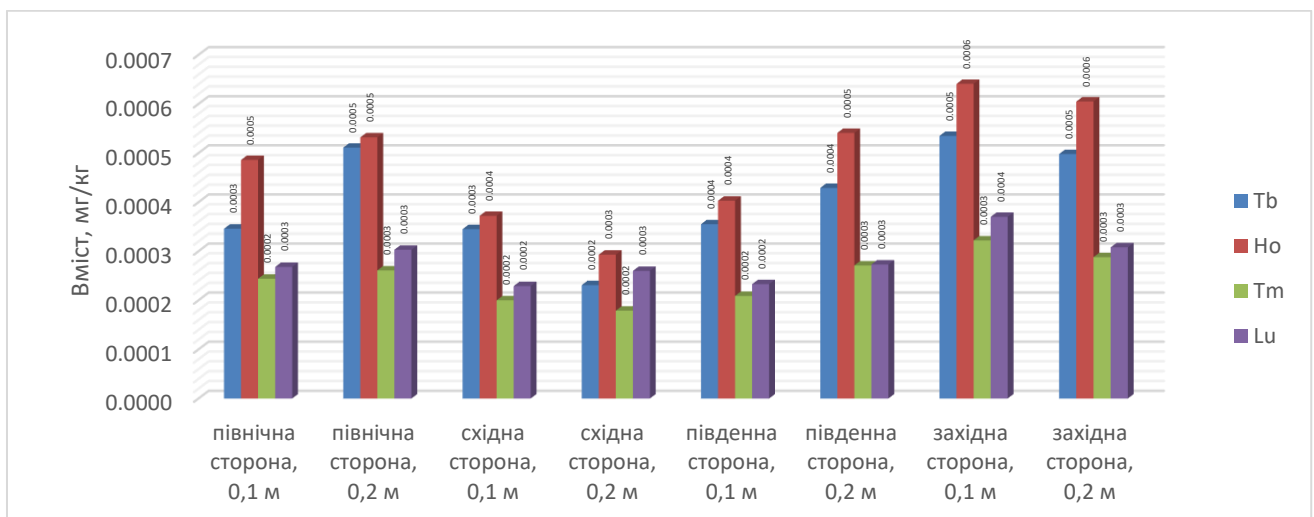


Рисунок 4.96 — Вміст слідів елементів Tb, Ho, Tm, Lu у субстраті  
Бориславського сміттєзвалища в горизонті 0,1 та 0,2 м

Результати досліджень свідчать, що морфологічний аналіз ґрунтів досліджуваної території не виявив видимих ознак їх антропогенної зміни або порушення.

Дослідження вмісту важких металів в неорельєфі є важливим аспектом екологічного моніторингу та виявлення потенційних загроз для довкілля та здоров'я людей. Важкі метали, такі як свинець, кадмій, ртуть, хром та інші, є токсичними речовинами, які можуть накопичуватись у ґрунті та переходити в рослини, тварини та людину через харчовий ланцюг. Отже, вивчення їх вмісту та розподілу у неорельєфі є важливим для вжиття необхідних заходів для запобігання забрудненню та мінімізації ризику для здоров'я. Отримано результати досліджень вмісту 37 хімічних елементів в горизонтах 0-0,1 м і 0-0,2 м субстратів сміттєзвалищ Броницького, Стрийського та Бориславського на території Львівської області.

Аналіз отриманих результатів дослідження показав, що вміст важких металів в неорельєфі є наявним, але рівні концентрацій не перевищують допустимих норм для довкілля. Це говорить про те, що наразі не спостерігається серйозна загроза забруднення важкими металами в досліджуваній області. Проте, деякі ділянки неорельєфу виявили підвищені рівні важких металів, що може свідчити про наявність потенційних джерел забруднення у цих областях.

Встановлено, що найбільш хімічно забрудненим є ділянки зі східного боку сміттєзвалищ. З токсичних елементів можемо виділити найбільшу наявність Pb (3,56-4,06 мг/кг), Zn (2,84-3,67 мг/кг) та Gd (0,021-0,033 мг/кг) з суттєвою різницею у відповідності до інших сторін сміттєзвалища. Щодо біогенних елементів, то зі сходу вміст був високим для - P (457,3-609,7 мг/кг), K (9,7-14,6 мг/кг), Ca (174,7-237,7 мг/кг), Ga (3,58-5,98 мг/кг) та La (1,09-1,24 мг/кг). Вміст слідів хімічних елементів, був зафіксований: Y (0,013-0,014 мг/кг), Cd (0,15-0,176 мг/кг), Sn (0,018-0,013 мг/кг), Nd (0,029-0,046 мг/кг), Eu (0,022-

0,036 мг/кг) та Th (0,05-0,078 мг/кг), що свідчить також про те, що сміттєзвалища найбільш навантажене хімічними сполуками та важкими металами зі східної сторони.

Ділянкою, яка найбільш забруднена з Бориславського сміттєзвалища можна вважати з заходу. Наявність великої кількості токсичних елементів можна виділити – Fe (16,06-19,72 мг/кг), Cu (0,37-0,43 мг/кг), Gd (0,003-0,003 мг/кг). Біогенні елементи з західної сторони в більшій кількості ми можемо виділити Si (43-58,2 мг/кг), P (782,4-995,5), Ca (88,6-104,7 мг/кг), Mn (1,7-2,7 мг/кг). Та наявність слідів виділено найбільше Sc (0,009 мг/кг), Cr (1,069-1,255 мг/кг), Y (0,016-0,015 мг/кг), Nd (0,016-0,018 мг/кг) в субстратах сміттєзвалищ західної сторони.

Східна сторона Стрийського сміттєзвалища надає найбільші результати щодо наявності вмісту важких металів в зразках отриманих субстратів. Найчіткіше виражена наявність таких елементів, як Fe (27,97 – 18,98 мг/кг), Ni (0,09 – 0,21 мг/кг), Zn (0,19 – 0,14 мг/кг), Pb (0,1 – 0,05 мг/кг), Al (2 – 1,6 мг/кг), P (718,1 – 652,5 мг/кг), Mn (3,5 – 2,5 мг/кг), Ga (0,01 мг/кг), La (0,04 – 0,02 мг/кг), Cr (0,013 – 0,009 мг/кг), Ge (0,214 – 0,551 мг/кг), Cd (0,02 – 0,014 мг/кг), Nd (0,037 – 0,017 мг/кг), Th (0,016 – 0,009 мг/кг). Такий розгорнутий хімічний аналіз для представлених об'єктів досліджень здійснюється вперше.

Наприклад, свинець, який є одним із найбільш небезпечних важких металів, був виявлений у підвищених концентраціях на деяких ділянках неорельєфу. Свинець може мати шкідливий вплив на нервову систему, нирки, кісткову тканину та інші органи людини. Також виявлено підвищені рівні кадмію, який є канцерогеном та може спричиняти серйозні захворювання органів, таких як легені та нирки. Ртуть, що накопичується в рибі та може мати негативний вплив на нервову та імунну системи людини, також була виявлена у деяких ділянках неорельєфу.

Причинами підвищених рівнів важких металів можуть бути промислова діяльність, використання пестицидів та добрив, відходи, що накопичуються на ділянках з розташуванням промислових підприємств або автомагістралей, а

також неконтрольоване скидання стічних вод. Тому, для запобігання подальшому забрудненню важкими металами, необхідно приділяти увагу вживанню заходів для зменшення випусків та контролю розташування джерел забруднення. Продовження моніторингу важких металів у неорельєфі є важливим для виявлення можливих змін концентрацій та виявлення нових джерел забруднення. Для цього можна використовувати сучасні аналітичні методи, такі як атомно-абсорбційна спектрофотометрія, індуктивно зв'язана плазма-мас-спектрометрія та інші. Такі методи дозволяють точно визначати концентрації важких металів навіть в низьких дозах, що важливо для моніторингу та прийняття ефективних заходів для зменшення ризику для довкілля та здоров'я людей.

Крім того, важливо розробляти та впроваджувати ефективні стратегії контролю та управління забрудненням важкими металами в неорельєфі. Це може включати в себе регулювання використання пестицидів та добрив, ефективну утилізацію відходів, пропаганду екологічної свідомості серед населення та підвищення контролю за промисловими викидами та стічними водами. Впровадження екологічно безпечних технологій та практик у сільському господарстві та промисловості також може сприяти зменшенню ризику забруднення важкими металами.

Для запобігання подальшому забрудненню та зменшення ризику для довкілля та здоров'я людей, необхідно вживати заходи з контролю розташування та випусків джерел забруднення, розвивати та впроваджувати екологічно безпечні технології та системи утилізації відходів, а також проводити постійний моніторинг важких металів для виявлення змін та прийняття відповідних заходів. Вивчення вмісту хімічних елементів є важливим з позиції ренатуралізаційного підходу де основою є повернення території для потреб людства засобами рекультивації (фітомеліорації) та фітомередіації.

### 4.3. Токсичність неорельєфу за реакцією тест-рослин

В Україні та за кордоном біотестування докільля за допомогою рослинних тест-організмів є досить поширеним. Унаслідок цього, за допомогою рослин можна достатньо точно оцінити екологічну ситуацію на досліджуваній території. Метою дослідження було здійснення біоіндикації та аналізу токсичності едафотопів сміттєзвалищ Перед карпатського району за допомогою тесту на *Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers., *Brassica napus* L. та *Sinapis* на невеликій площі робочого місця (чашка Петрі) [13, 77, 123].

Проведено дослідження токсичності неорельєфу з використанням рослинних тест-організмів, зокрема *Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers., *Brassica napus* L. та *Sinapis*. Рослини є зручними індикаторами забруднення докільля, оскільки вони поглинають забруднювачі і можуть відображати екологічну ситуацію на досліджуваній території.

*Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers., *Brassica napus* L. та *Sinapis* були використані для біоіндикації та аналізу токсичності едафотопів сміттєзвалищ у Передкарпатському районі. Для проведення тестів використовувалася чашка Петрі, де рослини були вирощені на невеликій площі робочого місця.

*Lepidium sativum* L. є холодостійкою рослиною і відіграє роль біоіндикатора. Він помірно вибагливий до вологості і показує реакцію на стреси, тому дослідження його реакції на едафотопи сміттєзвалищ було важливим для визначення токсичності досліджуваного середовища.

*Brassica napus* L. є однорічною олійною рослиною, яка формує потужну кореневу систему. Він є джерелом білка і амінокислот, має хорошу засвоюваність і смак. Ріпак використовувався для визначення токсичності едафотопів сміттєзвалищ.

*Sinapis* однорічна рослина зі швидкою вегетацією. Вона використовувалася для вивчення токсичності едафотопів і має низькі вимоги до



догляду. *Sinapis* є зручним тест-організмом для визначення токсичності досліджуваного середовища.

*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers. є коренеплідною городньою рослиною. Вона вживається в їжу і нвєємістить вуглеводи, білкові речовини, мінеральні солі та вітаміни. Редис використовувалася для оцінки токсичності едафотопів у досліджуваному середовищі.

У дослідженні було проведено тестування різних зразків ґрунту з обраних сміттєзвалищ, визначаючи їх фітотоксичність методом проростання тест-рослин. Метод заснований на реакції тест-культури на наявність у ґрунті забруднюючих речовин. Дає змогу виявити токсичну (інгібуючу) дію тих чи інших речовин або стимулюючий вплив, що активізує розвиток тест культур. У ході досліду фіксується проростання, енергія проростання, довжина надземної і кореневої систем. Визначали токсичність едафотопів, забруднених небезпечними чинниками сміттєзвалища за комплексом морфологічних і фізіологічних ознак *Lepidium sativum* L. Розвиток та енергію проростання насіння визначали за загальноприйнятими методиками (ГОСТ 12038-84, ISO 11269-1, ISO 11269-2).

Дослідження включало взяття 48 зразків субстрату з різних ділянок трьох сміттєзвалищ. На кожній ділянці відбирався ґрунт на глибині 10 см з кожної сторони горизонту для фізико-хімічного аналізу. Для проведення експерименту, було висаджено по 10 насінин кожної з тест рослин у чашки Петрі.

Протягом досліду рослини поливали однаковими кількостями відстояної очищеної води. Через 10 діб проводився збір даних і рослини були витягнуті з досліджуваного субстрату сміттєзвалищ. Під час спостережень вимірювалися такі показники: кількість пророщених рослин, довжина надземної частини рослини та довжина коренів. Ці дані служать для оцінки впливу субстрату сміттєзвалищ на розвиток рослин. За кількістю пророщених рослин можна визначити відсоток насіння, яке проросло та успішно вижило. Вимірювання довжини надземної частини та коренів дозволяє з'ясувати, чи впливає субстрат

сміттєзвалищ на розвиток рослин, порівняно з контрольною групою або рослинами, вирощеними на біологічно чистому ґрунті.

Згідно з отриманими результатами досліджувані ґрунти можна класифікувати за рівнем забруднення наступним чином:

Забруднення відсутнє: Проростання насіння складає 90-100%. Це свідчить про те, що ґрунт не містить значної кількості небезпечних речовин, які негативно впливають на проростання та розвиток рослин.

Слабке забруднення: Проростання насіння складає 60-90%. У такому ґрунті можуть присутні невеликі концентрації небезпечних речовин, які можуть сповільнювати проростання та розвиток рослин.

Середнє забруднення: Проростання насіння складає 20-60%. Цей рівень свідчить про значну кількість небезпечних речовин у ґрунті, що суттєво гальмують проростання та розвиток рослин.

Сильне забруднення: Проростання насіння менше 20%. У такому ґрунті спостерігається дуже висока концентрація небезпечних речовин, які майже повністю заважають проростанню та нормальному розвитку рослин.

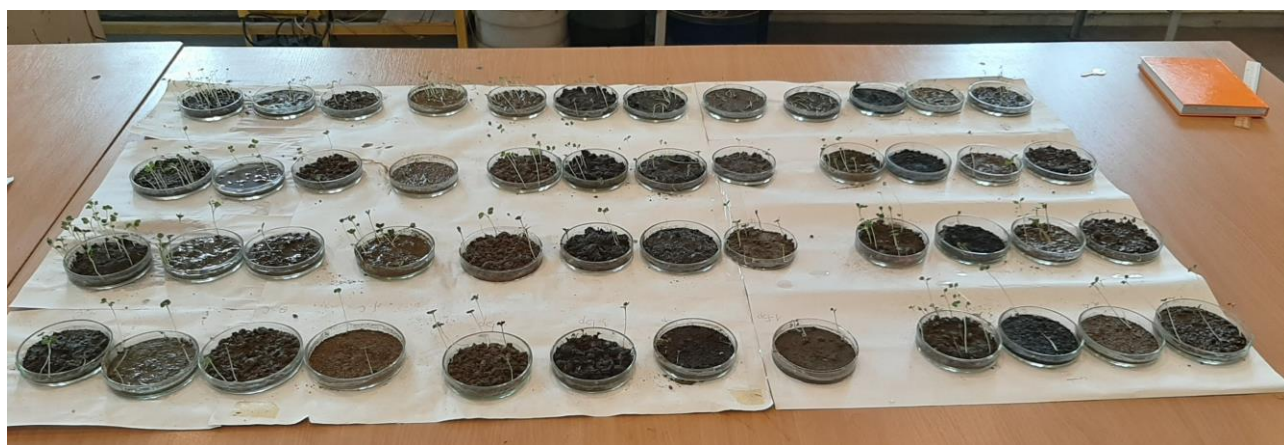


Рисунок 4.97 — Результат проростання тест культур на субстратах з досліджуваних сміттєзвалищ (фото автора)

Таким чином, аналізуючи проростання насіння досліджуваних рослин на зразках ґрунту, можна визначити ступінь забруднення ґрунтів. У випадках, коли спостерігається значно підвищена концентрація небезпечних речовин, проростання насіння уповільнюється, а розвиток рослин знижується.

Отримані дані з висадженого насіння кресс салату зображені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Проростання кресс салату на зразках ґрунту

КРЕСС - САЛАТ									
СТОРОНА ГОРИЗОНТУ	БРОНИЦЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ			БОРИСЛАВСЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ			СТРИЙСЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ		
	КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА	
		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ
ПІВНІЧ	8	7	4	7	5	2	5	6	3
СХІД	9	6	5	6	6	4	6	7	5
ПІВДЕНЬ	7	5	6	7	7	5	6	7	4
ЗАХІД	7	7	5	5	6	4	7	6	5

Отримані дані з висадженого кресс салату на різних ділянках трьох сміттєзвалищ вказують на різні рівні забруднення ґрунтів на кожному зі сміттєзвалищ.

Броницьке сміттєзвалище:

Східний бік: Найкраща динаміка спостерігалась на цій ділянці, де кресс салат проріс у кількості 9 особин з паростком довжиною 6 см та коренем 5 см. Це свідчить про відсутність або дуже слабе забруднення ґрунту на цій ділянці. Північний бік: Тут також спостерігалась добра динаміка, з 8 пророслих особинами кресс салату з паростком довжиною 7 см та коренем 4 см. Ця ділянка також має низький рівень забруднення ґрунту. Південний та західний боки: На цих ділянках спостерігалось менше пророслих рослин (7 особин). Довжина паростків коливалась від 5 до 7 см, а коренів - від 4 до 6 см. Це свідчить про слабе забруднення ґрунтів на цих ділянках, але рівень забруднення більший, ніж на східному та північному боках.

Бориславське сміттєзвалище:

Північний бік: Тут було спостережено кращу динаміку проростання, з 7 особинами кресс салату, паросток яких був довжиною 5 см, а корінь - 2 см. Південний бік: Також спостерігалась добра динаміка, з 7 пророслими особинами кресс салату, паросток яких був довжиною 7 см, а корінь - 5 см. Східний бік: Тут було зафіксовано 6 пророслих особин з паростком довжиною 6 см та коренем 4 см. Західний бік: На цій ділянці було зафіксовано найнижчу динаміку, з 5 пророслими особинами кресс салату, паросток яких був

довжиною 6 см, а корінь - 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці було середнім.

Стрийське сміттєзвалище:

Східний, північний та західний боки: На всіх цих ділянках спостерігалася подібна добра динаміка з 6-7 пророслими особинами кресс салату. Довжина паростків коливалась від 6 до 7 см, а коренів - від 4 до 5 см. Забруднення ґрунту на цих ділянках було слабким. Південний бік: На цій ділянці було спостережено меншу динаміку з 5 пророслими особинами кресс салату, з паростком довжиною 6 см та коренем 3 см.



Рисунок 4.98 — Проростання тест культури на субстратах сміттєзвалища (фото автора)

Загалом, на всіх трьох сміттєзвалищах спостерігалось слабе забруднення ґрунтів з незначною динамікою на деяких ділянках. Бориславське сміттєзвалище мало більшу кількість пророслих особин, що може свідчити про більшу концентрацію небезпечних речовин порівняно з іншими сміттєзвалищами.

Також, нами було висаджено зразки редиски, які показали наступні результати, та зображені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 — Проростання редису на зразках ґрунту

РЕДИСКА									
СТОРОНА ГОРИЗОНТУ	БРОНИЦЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ			БОРИСЛАВСЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ			СТРИЙСЬКЕ СМІТТЕЗВАЛИЩЕ		
	КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА	
		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ
ПІВНІЧ	7	7	3	5	6	2	5	5	3
СХІД	6	6	4	6	7	3	5	2	2
ПІВДЕНЬ	7	7	4	7	6	5	7	4	4
ЗАХІД	5	7	3	5	6	4	6	5	3

За результатами висадження зразків редиски на ґрунтах сміттєзвалищ, можна зробити наступні висновки:

Броницьке сміттєзвалище:

Північна сторона: На цій ділянці спостерігається добра динаміка проростання редиски з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 7 см, а корені — 3 см. Південна сторона: Також спостерігається добра динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 7 см, а корені - 7 см. Ця ділянка є найсприятливішою для проростання редиски. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 6 пророслими особинами. Паростки мають довжину 6 см, а корені - 4 см. Західна сторона: На цій ділянці спостерігається найнижча динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 7 см, а корені - 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

Бориславське сміттєзвалище:

Південна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 6 см, а корені — 5 см. Східна сторона: Також спостерігається добра динаміка з 6 пророслими особинами. Паростки мають довжину 7 см, а корені — 3 см. Північна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 6 см, а корені — 2 см. Західна сторона: На цій ділянці також спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 6 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким.

Стрийське сміттєзвалище:

Південна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 4 см, а корені — 4 см. Західна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 5 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Північна сторона: На цій ділянці також спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 5 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається найнижча динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 2 см, а корені — 2 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

Загалом, Броницьке сміттєзвалище та Бориславське сміттєзвалище показали кращі результати проростання редиски, особливо з південної сторони. Стрийське сміттєзвалище має меншу динаміку росту редиски, і найкращі результати спостерігаються з південної та західної сторін. Забруднення ґрунту на всіх ділянках є відносно слабким або середнім.

При висадженні ріпаку на зразках ґрунту з досліджених сміттєзвалищ, отримали наступні дані, які зображенні у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 — Проростання ріпаку на зразках ґрунту

РІПАК									
СТОРОНА ГОРИЗОНТУ	БРОНИЦЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ			БОРИСЛАВСЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ			СТРИЙСЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ		
	КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА	
		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ
ПВНІЧ	5	10	4	5	11	5	3	12	5
СХІД	7	11	5	7	12	4	4	9	5
ПВДЕНЬ	5	9	4	6	10	3	3	10	4
ЗАХІД	4	10	3	4	11	4	5	11	4

На підставі наданих даних про динаміку проростання насіння ріпаку на різних ділянках сміттєзвалищ можна зробити наступні висновки:

Броницьке сміттєзвалище:

Східна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка проростання ріпаку з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Північна сторона: На цій ділянці спостерігається добра динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 4 см. Забруднення

грунту на цій ділянці є середнім. Південна сторона: На цій ділянці також спостерігається добра динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 9 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Західна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 4 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

Бориславське сміттєзвалище:

Східна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 12 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Південна сторона: На цій ділянці спостерігається добра динаміка з 6 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Північна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Західна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 4 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

Стрийське сміттєзвалище:

Західна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка проростання ріпаку з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Північна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 3 пророслими особинами. Паростки мають довжину 12 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 4 пророслими особинами. Паростки мають довжину 9 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім. Південна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 3 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

У загальному Броницьке сміттєзвалище та Бориславське сміттєзвалище показали кращу динаміку проростання ріпаку порівняно з Стрийським сміттєзвалищем. Забруднення ґрунту на Броницькому сміттєзвалищі є слабким на східному боці, тоді як інші сторони мають середнє забруднення. Забруднення ґрунту на Бориславському та Стрийському сміттєзвалищах також є середнім на більшості ділянок.

Результати, які отримані при висадженні насіннях гірчиці зображені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 — Проростання гірчиці на зразках ґрунту

СТОРОНА ГОРИЗОНТУ	ГІРЧИЦЯ								
	БРОНИЦЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ			БОРИСЛАВСЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ			СТРИЙСЬКЕ СМІТТЄЗВАЛИЩЕ		
	КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА		КІЛЬКІСТЬ	ДОВЖИНА	
		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ		ПАРОСТОК	КОРІНЬ
ПІВНІЧ	7	9	5	5	10	4	8	11	3
СХІД	6	10	4	7	11	3	9	10	3
ПІВДЕНЬ	7	9	5	7	9	4	7	10	4
ЗАХІД	6	11	5	8	11	4	7	11	3

На основі наданих даних про проростання гірчиці на різних ділянках сміттєзвалищ можна зробити наступні висновки:

**Броницьке сміттєзвалище:**

Північна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка проростання гірчиці з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 9 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Південна сторона: На цій ділянці також спостерігається добра динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 9 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 6 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Західна сторона: На цій ділянці також спостерігається менша динаміка з 6 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 5 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким.

**Бориславське сміттєзвалище:**

Західна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка проростання гірчиці з 8 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11



см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається добра динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Південна сторона: На цій ділянці також спостерігається добра динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 9 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Північна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 5 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є середнім.

Стрийське сміттєзвалище:

Північна сторона: На цій ділянці спостерігається найкраща динаміка проростання гірчиці з 8 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Східна сторона: На цій ділянці спостерігається добра динаміка з 9 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Південна сторона: На цій ділянці також спостерігається добра динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 10 см, а корені — 4 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким. Західна сторона: На цій ділянці спостерігається менша динаміка з 7 пророслими особинами. Паростки мають довжину 11 см, а корені — 3 см. Забруднення ґрунту на цій ділянці є слабким.

Загалом, результати свідчать про те, що гірчиця показала кращу динаміку проростання на північних та південних ділянках сміттєзвалищ, тоді як східні та західні ділянки мали меншу кількість пророслих особин. Загальна оцінка забруднення ґрунту на усіх сміттєзвалищах є слабкою, за винятком північної ділянки Бориславського сміттєзвалища, де забруднення є середнім. На 3-5-й день проведення дослідів почали з'являтися перші паростки даних рослин. Слід зазначити, що за чисельністю найкращим розвитком відмічені проби кресс-салату та гірчиці. Кожна з висаджених проб у нас проросла, проте деякі були невеликого росту у порівнянні із іншими, недорозвинені та опалі.

Визначальними показниками для нас стали показники досліджуваних рослин на 10-й день висадження. Найкращими показниками росту характеризуються проби пророслих рослин редиски та гірчиці, які переважали в кількості 9-5 рослин в кожному зразку. Довжина пагону сягала від 11 до 5 см, а кореня від 3 до 5 см. Найгірші показники проростання показали проби ріпака, де кількість пророслих рослин коливалася від 3 до 7, проте ріст пагону сягав від 9 до 12 см, а кореня 3-5 см.

Дослідження сміттєзвалищ біоіндикаторами є цінним екологічним інструментом для оцінки стану ґрунту та виявлення забруднюючих речовин у ньому. Біоіндикатори, які можуть бути представлені рослинами, виявляють чутливість до змін у середовищі та можуть виступати індикаторами його якості. Використання біоіндикаторів дозволяє здійснювати моніторинг забруднення ґрунту та визначати рівень впливу на екологічну стійкість системи.

Одним зі способів дослідження є вивчення рослин-біоіндикаторів на сміттєзвалищах. Перевагою цього методу є можливість виявити забруднення, яке може впливати на ріст і розвиток рослин. Результати таких досліджень свідчать про наявність забруднень у ґрунтах сміттєзвалищ. Спостереження за рослинами-біоіндикаторами, які мають кращий ріст та розвиток на менш забруднених ділянках, дає змогу зробити висновок про погіршену якість ґрунту на інших ділянках. Зміни в рості рослин можуть бути пов'язані з наявністю токсичних речовин, які шкодять рослинам та впливають на екологічну стійкість екосистеми.

Дослідження рослин-біоіндикаторів, таких як гірчиця, редис та *Lepidium sativum* L., показали успішне проростання на північних та південних ділянках сміттєзвалищ, де менше забруднюючих речовин у ґрунті. З іншого боку, на східних та західних ділянках було помічено меншу кількість пророслих рослин, що може бути пов'язане з вищим рівнем забруднення ґрунту на цих ділянках.

З метою подальшого вивчення стану ґрунту на сміттєзвалищах рекомендується провести додаткові дослідження, включаючи аналіз хімічного складу ґрунту та інших параметрів. Хімічний аналіз ґрунту дозволить

детальніше встановити природу забруднень та їх джерела. Це дасть змогу приймати ефективні заходи щодо зменшення викидів шкідливих речовин, покращення управління сміттєзвалищами та збереження природних ресурсів.

Запропоновані дані біоіндикаторів можуть служити важливим інструментом для моніторингу забруднення ґрунту на сміттєзвалищах та оцінки ефективності заходів щодо зменшення забруднення. Розробка та впровадження екологічно безпечних методів управління сміттєзвалищами є важливим завданням для збереження природних ресурсів та забезпечення здоров'я людей.

Варто зазначити, що дослідження біоіндикаторами має свої обмеження. Чутливість рослин до конкретних забруднюючих речовин може бути різною, і враховувати цей факт є важливим. Крім того, додаткові фактори, такі як кліматичні умови, також можуть впливати на результати досліджень. Тому додаткові дослідження, які включають аналіз біологічного та хімічного складу ґрунту, а також оцінку впливу інших факторів, можуть доповнити і підтвердити отримані результати, отримані за допомогою біоіндикаторів.

Загалом, дослідження сміттєзвалищ біоіндикаторами є важливим кроком у вивченні забруднення ґрунту та його наслідків для довкілля. Дані, отримані з використанням біоіндикаторів, можуть сприяти розробці та впровадженню ефективних стратегій управління сміттєзвалищами та збереженню екологічної рівноваги. Крім того, дослідження біоіндикаторами мають значний вплив на розвиток екологічних стратегій та прийняття рішень з охорони довкілля. Результати досліджень надають важливі наукові дані для формування ефективних політик управління відходами та забезпечення сталого розвитку, сприяючи збереженню природних екосистем та забезпеченню здоров'я людей.

#### 4.4. Режими вологості в субстратах сміттєзвалища

Режим вологості в субстраті досліджуваних сміттєзвалищ може значно варіюватись в залежності від різних чинників, таких як кліматичні умови, тип сміттєзвалища та його управління.

Зазвичай на сміттєзвалищах спостерігається високий рівень вологості через наявність великої кількості органічного матеріалу, який може містити рідини, такі як розпадаючіся відходи та побутове сміття. Розпад органічних матеріалів може призводити до утворення води, яка зберігається в субстраті. Крім того, опади та інфільтрація ґрунтових вод також можуть призводити до підвищення вологості на сміттєзвалищах.

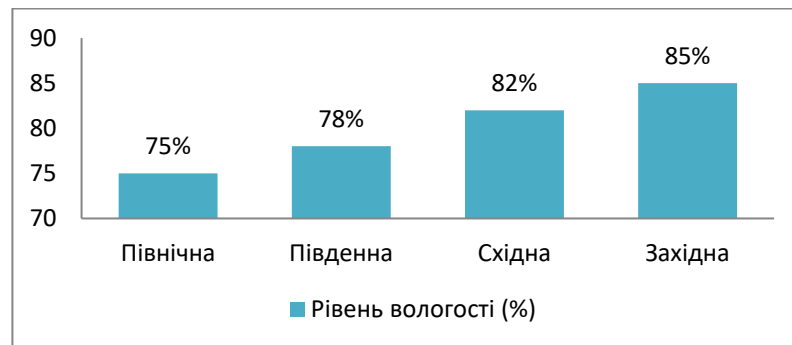


Рисунок 4.99 — Результати дослідження режиму вологості в субстраті Бориславського сміттєзвалища

Отримані дані свідчать про різний рівень вологості на різних ділянках сміттєзвалища. На північній ділянці було виявлено рівень вологості на рівні 75%. Це може свідчити про помірно вологе середовище на цій ділянці сміттєзвалища. На південній ділянці було зафіксовано рівень вологості 78%. Це також вказує на помірний рівень вологості на цій ділянці. Східна ділянка сміттєзвалища має рівень вологості 82%. Це свідчить про дещо більшу вологість на цій ділянці порівняно з попередніми двома. Західна ділянка сміттєзвалища має найвищий рівень вологості, який становить 85%. Це може означати, що ця ділянка має найбільш вологе середовище серед усіх досліджених ділянок.

Отримані результати свідчать про варіації рівня вологості на різних ділянках Бориславського сміттєзвалища. Це може мати вплив на процеси розкладання та взаємодію забруднюючих речовин у субстраті сміттєзвалища. Детальніші дослідження режиму вологості можуть допомогти у розумінні екологічного стану сміттєзвалища та розробці ефективних стратегій управління його впливом на довкілля.



Рисунок 4.100 — Результати дослідження режиму вологості в субстраті Броницького сміттєзвалища

Отримані дані свідчать про різний рівень вологості на різних ділянках сміттєзвалища. На північній ділянці було виявлено рівень вологості на рівні 70%. Це може свідчити про помірно вологе середовище на цій ділянці сміттєзвалища. На південній ділянці було зафіксовано рівень вологості 83%. Це може означати, що на цій ділянці присутні більші кількості вологи. Східна ділянка сміттєзвалища має рівень вологості 81%. Це свідчить про середній рівень вологості на цій ділянці. Західна ділянка сміттєзвалища має рівень вологості 79%. Це також вказує на середній рівень вологості.

Отримані результати свідчать про варіації рівня вологості на різних ділянках Броницького сміттєзвалища. Це може мати вплив на процеси розкладання та взаємодію забруднюючих речовин у субстраті сміттєзвалища. Детальніші дослідження режиму вологості можуть допомогти у розумінні екологічного стану сміттєзвалища та розробці ефективних стратегій управління його впливом на довкілля.

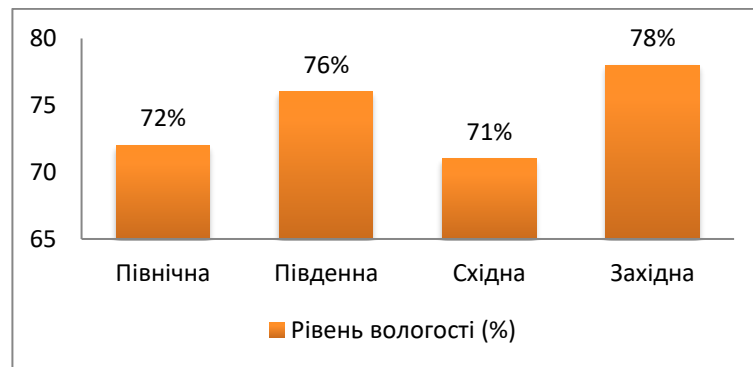


Рисунок 4.101 — Результати дослідження режиму вологості в субстраті Стрийського сміттєзвалища

Отримані дані показують рівень вологості на різних ділянках сміттєзвалища. На північній ділянці було зафіксовано рівень вологості на рівні 72%. Це свідчить про помірно вологе середовище на цій ділянці сміттєзвалища. Південна ділянка має рівень вологості 76%. Це може означати наявність більшої кількості вологи на цій ділянці. Східна ділянка сміттєзвалища має рівень вологості 71%. Це свідчить про помірний рівень вологості на цій ділянці. Західна ділянка сміттєзвалища має рівень вологості 78%. Це також вказує на помірний рівень вологості.

Отримані результати вказують на різний рівень вологості на різних ділянках Стрийського сміттєзвалища. Це може впливати на процеси розкладання сміття та взаємодію забруднюючих речовин з субстратом сміттєзвалища. Детальніші дослідження режиму вологості можуть допомогти у зрозумінні екологічного стану сміттєзвалища та встановленні ефективних стратегій управління його впливом на довкілля.

За отриманими даними про рівень вологості на різних ділянках трьох сміттєзвалищ - Бориславського, Броницького та Стрийського, можна зробити наступні висновки:

Бориславське сміттєзвалище: Загальний висновок: Найвищий рівень вологості спостерігається на південній ділянці, що може свідчити про більшу кількість вологи та вологе середовище на цій ділянці сміттєзвалища. Східна та

західна ділянки також мають помірний рівень вологості. Північна ділянка має найнижчий рівень вологості серед усіх ділянок.

Броницьке сміттєзвалище: Усі ділянки сміттєзвалища в Броницькому мають подібний помірний рівень вологості. Найвищий рівень вологості спостерігається на західній ділянці, а найнижчий - на східній. Рівень вологості на північній та південній ділянках є проміжним.

Стрийське сміттєзвалище: Усі ділянки сміттєзвалища в Стрийському також мають подібний помірний рівень вологості. Південна та західна ділянки мають найвищий рівень вологості, північна та східна - нижчий. Рівень вологості на всіх ділянках є проміжним.

Загалом, отримані результати досліджень рівня вологості на різних ділянках Бориславського, Броницького та Стрийського сміттєзвалищ можуть служити важливою інформацією для розробки дисертаційної роботи. Встановлено, що на всіх трьох сміттєзвалищах існують різні рівні вологості, які можуть мати вплив на процеси розкладання сміття та його взаємодію з довкіллям. Найвищі рівні вологості спостерігаються на південних та західних ділянках, тоді як нижчі рівні зафіксовані на північних та східних ділянках. Ці результати свідчать про наявність різних умов середовища на окремих ділянках сміттєзвалищ і можуть впливати на їхні екологічні показники. Детальне вивчення впливу вологості на функціонування сміттєзвалищ може мати значний науковий і практичний інтерес, сприяти розумінню процесів, що відбуваються в сміттєзвалищах, та спрямовувати розробку ефективних стратегій управління ними.

#### 4.5. Температурні режими сміттєзвалищ

Температурний режим сміттєзвалища відіграє важливу роль у процесі розкладу та стійкості сміття [83]. Для отримання детального опису температурного режиму трьох досліджуваних сміттєзвалищ - Бориславського, Броницького та Стрийського - були проведені вимірювання температури на різних ділянках цих звалищ.

Дослідження включало використання термометра електронного щупа, який є науковим приладом, спеціально розробленим для вимірювання температури в польових умовах. Цей термометр має точні датчики температури та зручний щуп, який дозволяє здійснювати вимірювання з високою точністю.

Дослідження проводилося протягом певного часового періоду, з регулярним вимірюванням температури на північній, південній, східній та західній ділянках кожного сміттєзвалища. Отримані результати включали числові значення температури на кожній ділянці сміттєзвалища.

На Бориславському сміттєзвалищі було проведено дослідження температурного режиму з метою вивчення впливу температури на процес розкладу та стійкість сміття. В ході дослідження було виміряно температуру на різних ділянках сміттєзвалища з використанням Термометра електронного щупа, що дозволяє отримати точні дані в польових умовах.

Результати дослідження показали, що середня температура на Бориславському сміттєзвалищі коливається від  $+22^{\circ}\text{C}$  до  $+28^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення температури були зафіксовані на південній та західній ділянках сміттєзвалища. Це пояснюється безпосереднім сонячним випромінюванням, яке сприяє підвищенню температури поверхні сміття на цих ділянках. У той же час, північна та східна ділянки, які були менш освітлені та отримували менше сонячного випромінювання, мали нижчу середню температуру. Це може бути пов'язано зі затіненням від дерев або будівель на цих ділянках, що обмежує пряме сонячне опромінення.

Температурні варіації на різних ділянках сміттєзвалища мають важливе значення для процесу розкладу сміття та його екологічної стійкості. Вища



температура може сприяти активному розкладу органічних матеріалів та зменшенню обсягу сміття, а також зниженню ризику розмноження шкідливих мікроорганізмів. Однак, висока температура також може впливати на випаровування токсичних речовин і викиди шкідливих газів у повітря, що потребує контролю та відповідних заходів з управління сміттєзвалищем.

Отримані результати підкреслюють важливість розуміння температурного режиму на сміттєзвалищах та його впливу на процеси, що відбуваються в смітті. Це може допомогти у розробці ефективних стратегій управління сміттєзвалищами з метою забезпечення екологічної стійкості та оптимального використання ресурсів.

Броницьке сміттєзвалище було предметом дослідження, спрямованого на вивчення температурного режиму на його території. Метою дослідження було встановлення взаємозв'язку між температурою та умовами розкладу сміття, а також визначення факторів, що впливають на температуру на різних ділянках сміттєзвалища.

Середня температура на Броницькому сміттєзвалищі коливається в діапазоні від  $+25^{\circ}\text{C}$  до  $+32^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення температури спостерігаються на південній ділянці, яка отримує більше сонячного випромінювання протягом дня. Прямі сонячні промені проникають на цю ділянку без перешкод, нагріваючи поверхню сміття і сприяючи підвищенню температури. З іншого боку, північна та східна ділянки сміттєзвалища, що знаходяться у затінених областях через наявність дерев та рослинності, мають трохи нижчу температуру. Затінення створюється завдяки деревам і рослинам, які перешкоджають проникненню сонячних променів, тим самим обмежуючи нагрівання сміття.

Отримані результати дослідження свідчать про значну варіацію температури на Броницькому сміттєзвалищі. Великий діапазон температур може впливати на процеси розкладу сміття, так як висока температура може прискорювати хімічні реакції і розклад органічних матеріалів. Однак, також важливо враховувати, що надмірно висока температура може спричинити

випаровування шкідливих хімічних речовин зі сміття, що може мати негативний вплив на довкілля.

Дослідження температурного режиму на Броницькому сміттєзвалищі є важливим кроком у розумінні процесів, що відбуваються на сміттєзвалищах. Враховуючи отримані дані, можна розробити стратегії оптимального управління сміттєзвалищем, такі як розташування ділянок для максимального використання сонячного випромінювання або застосування заходів для збереження рослинності та затінення на південних ділянках з метою контролю температури. Такі заходи можуть сприяти зменшенню негативного впливу на довкілля та оптимізації умов утримання сміття на сміттєзвалищі. Стрийське сміттєзвалище є об'єктом, на якому проводяться дослідження з метою вивчення температурного режиму та його впливу на процеси, що відбуваються в смітті. У рамках цих досліджень було проведено вимірювання середньої температури на різних ділянках сміттєзвалища з використанням спеціального обладнання.

Отримані результати показали, що середня температура на Стрийському сміттєзвалищі коливається в діапазоні від  $+24^{\circ}\text{C}$  до  $+29^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення температури були зафіксовані на східній та західній ділянках сміттєзвалища. Це може пояснюватися тим, що ці ділянки знаходяться під безпосереднім впливом сонячного випромінювання. Сонячні промені нагрівають поверхню сміття, сприяючи підвищенню температури. У той же час, північна та південна ділянки, які були затінені внаслідок високої рослинності, мали трохи нижчу середню температуру. Затінення від дерев та рослин обмежує пряме сонячне опромінення, що призводить до зниження температури поверхні сміття на цих ділянках. Однак, варто зазначити, що різниця в температурі на північній та південній ділянках була незначною.

Температурний режим на Стрийському сміттєзвалищі має важливе значення для процесу розкладу сміття та його стійкості. Вища температура сприяє активному розкладу органічних речовин і може впливати на швидкість знищення біологічних компонентів. Крім того, температура може впливати на

швидкість хімічних реакцій у сміттєвому масиві та процеси випаровування різних речовин.

Отримані результати дослідження підкреслюють значення контролю за температурою на сміттєзвалищах та необхідність розробки ефективних стратегій управління для забезпечення екологічної стійкості та максимального використання ресурсів. Детальне вивчення температурного режиму допоможе у плануванні оптимальних методів управління сміттєзвалищем, що забезпечить зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я людей.

Дослідження температурного режиму на трьох сміттєзвалищах - Бориславському, Стрийському і Броницькому - надає важливу інформацію про розподіл температур та фактори, що впливають на них. Усі три сміттєзвалища мають середні температури в межах  $+24^{\circ}\text{C}$   $+32^{\circ}\text{C}$ , проте спостерігаються різні варіації температур на різних ділянках.

На Бориславському сміттєзвалищі, середня температура коливається від  $+22^{\circ}\text{C}$  до  $+28^{\circ}\text{C}$ . Вищі значення температури спостерігаються на південній та західній ділянках, які отримують безпосереднє сонячне випромінювання. Зворотний ефект спостерігається на північній та східній ділянках, які мають нижчу температуру через затінення від рослинності.

Стрийське сміттєзвалище характеризується середньою температурою від  $+24^{\circ}\text{C}$  до  $+29^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення температури спостерігаються на східній та західній ділянках, які отримують пряме сонячне випромінювання. Північна та південна ділянки, затінені внаслідок високої рослинності, мають трохи нижчу температуру.

Броницьке сміттєзвалище має середню температуру від  $+25^{\circ}\text{C}$  до  $+32^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення температури спостерігаються на південній ділянці, що отримує більше сонячного випромінювання. Північна та східна ділянки, затінені від дерев та рослин, мають трохи нижчу температуру.

Отримані дані свідчать про великий вплив сонячного випромінювання на підвищення температур на сміттєзвалищах. Ділянки, що отримують пряме сонячне випромінювання, мають найвищі значення температур. Затінені

ділянки, які знаходяться під впливом рослинності, мають трохи нижчу температуру.

Розуміння температурного режиму на сміттєзвалищах має важливе значення для управління сміттєзвалищами та збереження довкілля. Це дозволяє розробити ефективні стратегії для розташування ділянок на сміттєзвалищах, контролю температури та мінімізації негативного впливу на довкілля. Рекомендується розглядати заходи, які сприятимуть оптимізації умов утримання сміття, такі як використання сонячної енергії, збереження рослинності та контроль теплових процесів. Такі заходи можуть сприяти зменшенню негативного впливу на довкілля та поліпшенню умов управління сміттєзвалищами.

#### 4.6. Вміст важких металів у піонерній рослинності сміттєзвалищ

Метою даного дослідження є аналіз вмісту хімічних елементів у рослинності сміттєзвалища, неподалік місця відпочинку людей.

Об'єктом дослідження є аналіз вмісту важких металів у коренях дерев, які розвиваються на поверхні Броницького сміттєзвалища.



Рисунок 4.102 — Розташування досліджених ділянок з відбору коріння дерев на території сміттєзвалища в Львівській області (фото автора)

З метою аналізу важких металів в коренях дерев на території сміттєзвалища, у літній період (в червні 2022 року), було відібрано 10 зразків. Зразки коріння були відібрані з 4 сторін горизонту та центральній частині сміттєзвалища. Проби були відповідно чином висушені, подрібнені та марковані.

Досліджувалися токсичні елементи першого (Pb, Zn, Cd) та другого (Co, Cu) класу небезпеки у зразках коріння дерев з поверхні сміттєзвалища (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 — Оцінка забруднення важкими металами рослинного покриву  
Броницького сміттєзвалища

Ступінь небезпеки	Елементи	
	Токсичні	1 клас Pb, Zn, Cd

Були відібрані зразки коріння дерев з західної сторони *Salix cinerea* L. та *Carpinus betulus* L., з північної сторони – *Prunus spinosa* L. та *Malus sylvestris* Mill., східна сторона – *Acer negundo* L. та *Populus nigra* L., з південної сторони обрали *Fagus sylvatica* L. та *Malus sylvestris* Mill. і в центральній частині сміттєзвалища *Populus nigra* L. та *Salix alba* L.

Аналіз вмісту Cu в компонентах коренів дерев показав, що з північної сторони Броницького сміттєзвалища накопичує 0,1 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.) та 0,2 мг/кг (*Prunus spinosa* L.), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Cu у відповідності до [57] становить для рослин 5 мг/кг. Zn спостерігався в корені дерев у кількості 0,25 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.) та 0,29 мг/кг (*Prunus spinosa* L.) із південної сторони, що не перевищує допустимої концентрації у кількості 10 мг/кг. ГДК для Pb спостерігався у кількості 1,29 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.) та 1,58 мг/кг (*Prunus spinosa* L.), що перевищує допустиму концентрацію ГДК для Pb у три рази відповідно до [116] для деревних видів 0,5 мг/кг. Найбільший вміст Cd у досліджених коренях дерев відповідав замірам для *Malus sylvestris* Mill. — 0,03 мг/кг, що являється в межі норми та 0,07 мг/кг для *Prunus spinosa* L., що перевищує у два рази допустиму концентрацію [57].

ГДК для Co [57] становить для рослин 1 мг/кг, що при даному дослідженні показало вміст в межах норми 0,05 мг/кг зразка деревних видів *Malus sylvestris* Mill. та 0,16 мг/кг зразка кореня *Prunus spinosa* L., що дещо перевищує допустиму концентрацію ГДК.

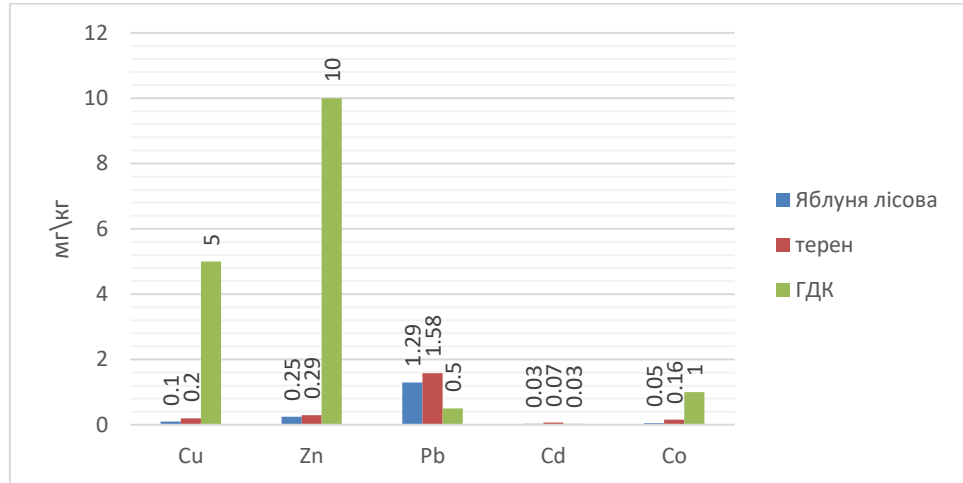


Рисунок 4.103 — Вміст хімічних елементів в кореневій системі дерев *Malus sylvestris* Mill. та *Prunus spinosa* L. з північного боку сміттєзвалища

Вміст важких металів в коренях дерев *Salix cinerea* L. та *Carpinus betulus* L. розглянемо окремо по кожному елементу. Cu з західної сторони Броницького сміттєзвалища склав 0,39 мг/кг (*Salix cinerea* L.) та 5,57 мг/кг (*Carpinus betulus* L.), що перевищує допустиму концентрацію для Cu в коренях дерев *Carpinus betulus* L. у відповідності до [57]. Вміст Zn спостерігався з західної сторони в коренях дерев у кількості 0,17 мг/кг (*Salix cinerea* L.) та 8,15 мг/кг (*Carpinus betulus* L.), що не перевищує допустимої концентрації. Вміст Pb у відповідності до [57] в нашому випадку - 1,27 мг/кг для *Salix cinerea* L. та 2,95 мг/кг для *Carpinus betulus* L. перевищує допустиму концентрацію. Найбільший вміст Cd у досліджених коренях дерев відповідав замірам для *Salix cinerea* L. — 0,02 мг/кг, що являється в межі норми та 0,33 мг/кг для *Carpinus betulus* L., що перевищує у 10 раз допустиму концентрацію. ГДК для Co при даному дослідженні показало вміст в межах норми 1 мг/кг зразка *Salix cinerea* L. та 1,7 мг/кг зразка кореня *Carpinus betulus* L., що показало наявність перевищення допустиму концентрацію.

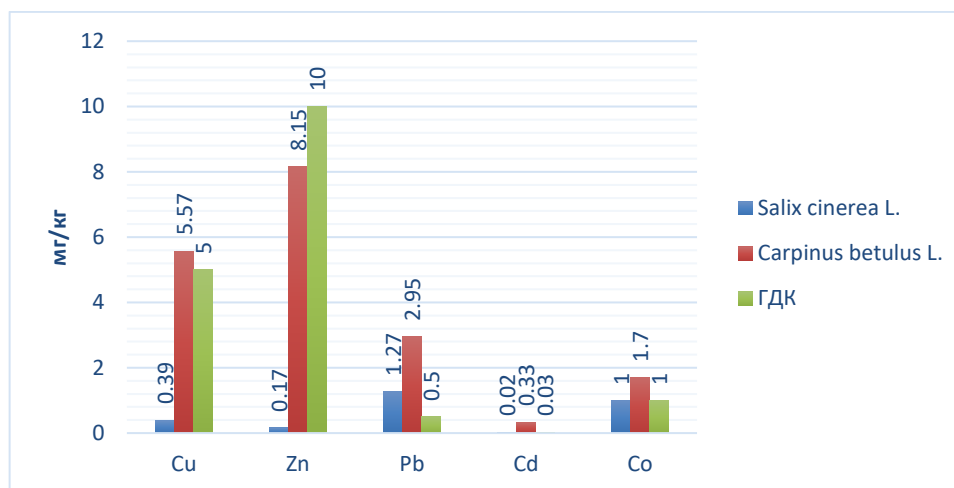


Рисунок 4.104 — Вміст хімічних елементів в кореневій системі дерев *Salix cinerea* L. та *Carpinus betulus* L. з західного боку сміттєзвалища

З отриманих даних хімічних елементів важких металів в компонентах коренів дерев *Populus nigra* L. та *Salix alba* L. у центральній частині сміттєзвалища вміст Cu склав 0,09 мг/кг (*Populus nigra* L.) та 0,22 мг/кг (*Salix alba* L.), що не перевищує допустимої концентрації у відповідності [57]. Найвищий вміст Zn спостерігався в коренях дерев у кількості 0,6 мг/кг (*Populus nigra* L.) та 0,23 мг/кг (*Salix alba* L.), що не перевищує допустимої. Вміст Pb спостерігався у кількості 0,84 мг/кг (*Populus nigra* L.) та 1,03 мг/кг (*Salix alba* L.), що перевищує допустиму концентрацію. Найбільший вміст Cd (0,03 мг/кг) у досліджених коренів дерев відповідав замірам для *Populus nigra* L. — 0,02 мг/кг, що являється в межі норми та 0,23 мг/кг для *Salix alba* L., що перевищує допустиму концентрацію. Co при даному дослідженні показало вміст в межах норми 0,05 мг/кг зразків кореню *Salix alba* L. та *Populus nigra* L., що не перевищує допустимої концентрації.

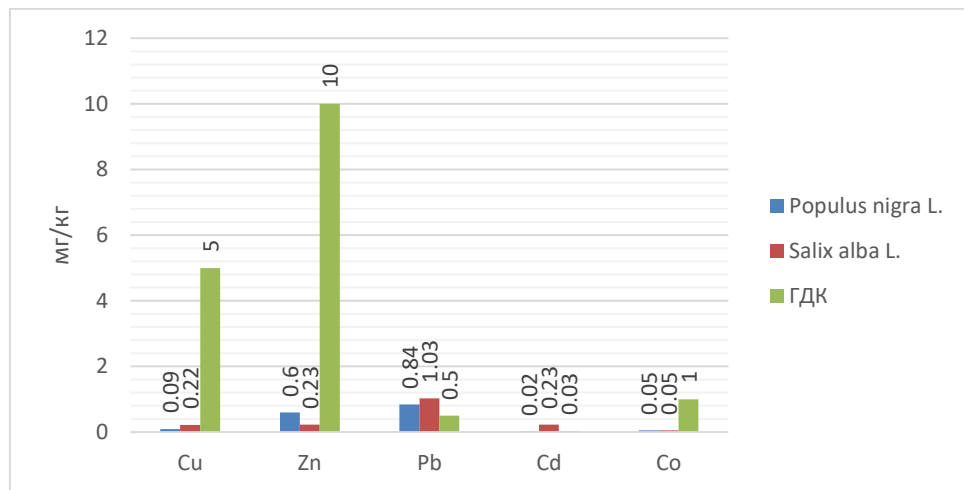


Рисунок 4.105 — Вміст хімічних елементів в кореневій системі дерев *Populus nigra* L. та *Salix alba* L. з центральної частини сміттєзвалища

З отриманих даних вмісту хімічних елементів важких металів в компонентах коренів дерев *Fagus sylvatica* L. та *Malus sylvestris* Mill. Cu з південної сторони Броницького сміттєзвалища склав 0,04 мг/кг (*Fagus sylvatica* L.) та 0,59 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.), що не перевищує допустимої концентрації. Вміст Zn спостерігався із південної сторони в коренях дерев у кількості 0,08 мг/кг (*Fagus sylvatica* L.) та 0,74 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.), що не перевищує допустимої концентрації. ГДК для Pb у відповідності до [138] спостерігався у кількості 0,61 мг/кг (*Fagus sylvatica* L.) та 3,55 мг/кг (*Malus sylvestris* Mill.), що перевищує допустиму концентрацію ГДК для Pb. Найбільший вміст Cd у досліджених коренях дерев відповідав замірам для *Fagus sylvatica* L., що не перевищує допустимої концентрації, для *Malus sylvestris* Mill. — 0,34 мг/кг, що являється перевищенням та вміст у кількості 0,02 мг/кг. ГДК для Co при даному дослідженні показало вміст в межах норми 0,05 мг/кг зразка кореня *Fagus sylvatica* L., та перевищення вмісту в кількості 2 мг/кг в коренях *Malus sylvestris* Mill.



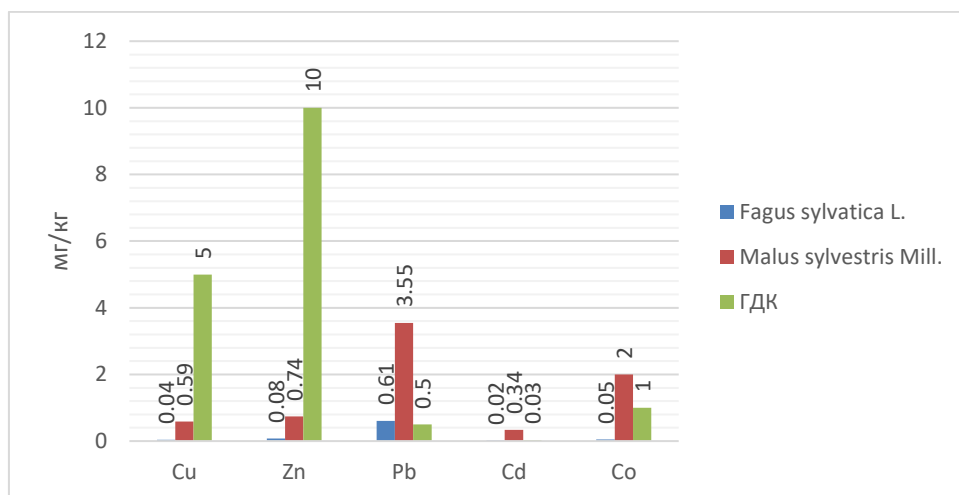


Рисунок 4.106 — Вміст хімічних елементів в кореневій системі дерев *Fagus sylvatica* L. та *Malus sylvestris* Mill. з південного боку сміттєзвалища

Щодо вмісту хімічних елементів важких металів в компонентах коренів дерев *Acer negundo* L. та *Populus nigra* L. розглянемо окремо по кожному елементу. Си з східної сторони Броницького сміттєзвалища склав 0,13 мг/кг (*Acer negundo* L.) та 0,33 мг/кг (*Populus nigra* L.), що не перевищує допустиму концентрації для Си в коренях дерев у відповідності до [57]. Вміст Zn спостерігався з східної сторони в коренях дерев у кількості 0,86 мг/кг (*Acer negundo* L.) та 0,48 мг/кг (*Populus nigra* L.), що не перевищує допустимої концентрації. Вміст Pb — 2,05 мг/кг для *Acer negundo* L. та 3,12 мг/кг для *Populus nigra* L., що значно перевищує допустиму концентрацію для Pb у відповідності до [57]. Найбільший вміст Cd у досліджених коренів дерев відповідав замірам для *Acer negundo* L. — 0,11 мг/кг та 0,25 мг/кг для *Populus nigra* L., що перевищує допустиму концентрацію [57]. ГДК для Co [57] при даному дослідженні показало вміст в межах норми 0,27 мг/кг зразка *Acer negundo* L. та 1,99 мг/кг зразка кореня *Populus nigra* L., що показало наявність перевищення допустимої концентрації в зразку кореню дерева *Populus nigra* L.

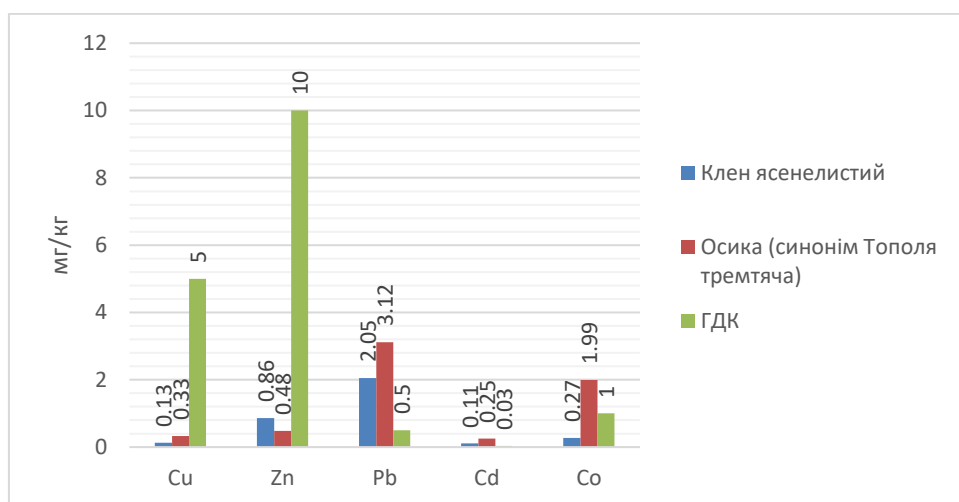


Рисунок 4.107 — Вміст хімічних елементів в кореневій системі дерев *Acer negundo* та *Populus nigra* L. з східного боку сміттєзвалища

Аналіз вмісту хімічних елементів показав значне перевищення наявності Рb в усіх отриманих зразках кореневої системи деревних видів, які ростуть на території Броницького сміттєзвалища

В досліджуваннях здійснювали аналіз вмісту 5 хімічних елементів (Cu, Zn, Pb, Cd, Co) в кореневій системі дерев Броницького сміттєзвалища на території Львівської області України. Сміттєзвалище розташоване на території туристично-рекреаційної зони, що викликає цікавість впливу його небезпечних компонентів на якість довкілля у відпочинковому регіоні.

Встановлено, що хімічно забрудненими є корені дерев компонентами Рb та частково компонентами Cd та Co. З токсичних хімічних елементів виділяємо наявність Рb з суттєвою різницею на східній стороні сміттєзвалища в зразках *Acer negundo* L. (в 4 рази вище ГДК) та *Populus nigra* L. (в 7,1 раз вище ГДК); на південному боці – *Fagus sylvatica* L. (в 1,1 раз вище ГДК) та *Malus sylvestris* Mill. (в 7 раз вище ГДК); західній стороні – *Salix cinerea* L. (в 2,5 рази вище ГДК) та *Carpinus betulus* L. (в 6 раз вище ГДК); північній стороні сміттєзвалища — *Malus sylvestris* Mill (в 2,5 рази вище ГДК) та *Prunus spinosa* L. (в 3 рази вище ГДК) та в центральній частині — *Populus nigra* L. (в 1,5 рази вище ГДК) та *Salix alba* L. (в 2 рази вище ГДК) у відповідності до інших зразків на дослідженому об'єкті. Cd перевищує допустиму концентрацію з південної

сторони в *Fagus sylvatica* L. (в 1 раз вище ГДК) та *Malus sylvestris* Mill. (в 2 рази вище ГДК), з західної сторони в корені *Carpinus betulus* L. (в 1 раз вище ГДК), з центру сміттєзвалища *Salix alba* L. (в 8 раз вище ГДК), з південної сторони *Malus sylvestris* Mill. (в 11 раз вище ГДК), та з східної сторони *Acer negundo* L. (в 4 рази вище ГДК) та *Populus nigra* L. (в 8 раз вище ГДК). Вміст Со перевищував у коренях дерев з західного боку *Salix cinerea* L. (в 1 раз вище ГДК), з західного боку *Carpinus betulus* L. (в 1,7 раз вище ГДК), з південного боку — *Malus sylvestris* Mill. (в 2 рази вище ГДК), та з східного боку — *Populus nigra* L. (в 2 рази вище ГДК). Перевищення вмісту Си зафіксований з західного боку в корені *Carpinus betulus* L. (в 1 раз вище ГДК).

Вивчення вмісту хімічних елементів в коренях дерев є важливим оскільки можна з отриманих даних вивчити аналіз і поширення забруднення. Рослини, які ростуть на забрудненій території Броницького сміттєзвалища повністю поглинають досліджувані важкі метали. Важливим індикатором екологічного стану досліджуваного сміттєзвалища було вивчення асортиментів деревних порід, які завдяки своїм фізіологічним особливостям, як показали результати, володіють підвищеною поглинальною здатністю. Корені дерев максимально акумулюють важкі метали, чим спричиняють очищення субстрату на даному об'єкті та завдяки цьому скорочується міграційний ланцюг забруднення. З метою подальшої мінімізації накопичення важких металів у субстратах сміттєзвалищ і як наслідок органах рослин, слід запроваджувати інженерні заходи захисту довкілля зокрема споруди біоплато та фітомеліорацію

#### **4.7. Фізіологічна стійкість рослин сміттєзвалищ**

Фізіологічна стійкість рослин на сміттєзвалищах є важливим аспектом, оскільки ці рослини зростають у середовищі, що містить багато відходів, які мають різний часовий період розкладу, в результаті якого у товщу ґрунту виділяються токсичні речовини. Такі умови місцезростання негативно впливають на фізіологічний стан рослинного покриву території та на рівень їхньої життєвості.

Крім того, на сміттєзвалищах присутній вплив таких факторів, як підвищені температури, дефіцит вологи та низький рівень родючості ґрунту. Ці фактори можуть спричинювати стрес для рослин і сприяти появі фізіологічних порушень та захворювань, таких як обмеження росту, загибель клітин, дефоліація та втрата листя. Більш термофільні рослини можуть бути більш стійкими до високих температур. В цілому такі умови зменшують різноманіття рослинного видового складу сміттєзвалищ.

Окремі види рослин проявляють вищу стійкість до едафічних умов сміттєзвалищ. В таких видів рослин проявляються механізми, що дозволяють їм витримувати токсичні речовини, зокрема фітоекстракція, детоксикація. Деякі види рослин можуть також мати здатність до швидкого росту та розмноження, що сприяє їх виживанню в умовах сміттєзвалищ.

Загалом, фізіологічна стійкість рослин на сміттєзвалищах є складним та індивідуальним явищем. Більшість же видів рослин є вразливі до умов сміттєзвалищ. Тому комплексне вивчення рівня фізіологічної стійкості рослин на сміттєзвалищах є вкрай важливим для розробки стратегії раціонального управління такими об'єктами та проведення ефективних рекультиваційних робіт, після завершення строку їх експлуатації.

#### **4.7.1. Броницьке сміттєзвалище**

Дослідження фізіологічної стійкості рослин на Броницькому сміттєзвалищі, яке на час проведення досліджень вже завершило свою експлуатацію, проведено з метою вивчення впливу умов сміттєзвалища на розвиток рослинного покриву та на їх фізіологічні показники. У ході польових досліджень було зібрано та проаналізовано дані щодо трьох ключових аспектів: висоти рослин, швидкості фотосинтезу та розвитку кореневої системи.

На основі даних польових досліджень видового складу даного об'єкту, опісля була проведена оцінка параметрів фізіологічної стійкості. На Броницькому сміттєзвалищі виявлено наступний асортимент видів деревно-чагарникових та трав'янистих насаджень (додаток В).

В ході досліджень вивчалися біометричні параметри рослинного покриву сміттєзвалища та за його межами (контроль). Вивчення показало, що середня висота рослин на Броницькому сміттєзвалищі становила 50 см, що на 50% менше, ніж у контрольній групі рослин. Це є свідченням зниження темпу росту рослин у засмічених умовах зростання, що пов'язано із наявністю токсичних речовин у ґрунті та недостатнім доступом до поживних речовин, необхідних для повноцінного фізіологічного розвитку рослин.

Дослідження фізіологічної стійкості рослин на Броницькому сміттєзвалищі включало в себе вимірювання швидкості фотосинтезу за допомогою мультидетектора газу (модель DP—35 VET). Дослідження показало, що швидкість фотосинтезу на Броницькому сміттєзвалищі складала 5 одиниць  $\text{CO}_2$  — асиміляції на годину, тоді як у контрольній групі, даний показник був у двічі вищим, і досягав 10 одиниць. Це свідчить про знижену ефективність фотосинтезу та обмежений доступ до вуглекислого газу та світла, що негативно впливає на фізіологічну активність рослин.

Порівняння параметрів кореневої системи досліджуваних рослин, показали, що у рослин із сміттєзвалища середня довжина кореневої системи становила 20 см, натомість у контрольній групі – 20 см. Це свідчить про вищий рівень дигресії ґрунтової товщі, відповідно про обмежений доступ до води та поживних речовин із ґрунту, що безумовно знижує загальну стійкість рослин.

Отримані результати підтверджують, що фізіологічна стійкість рослин на Броницькому сміттєзвалищі є значно зниженою у порівнянні з рослинами, що зростають у контрольній групі, що є свідченням негативного впливу умов на сміттєзвалищі на фізіологічний розвиток рослин та на їхню функціональну активність. Дослідження підкреслює необхідність прийняття заходів для забезпечення ефективного управління сміттєзвалищами та збереження рослинного різноманіття.

#### 4.7.2. Бориславське сміттєзвалище

Дослідження фізіологічної стійкості рослин на Бориславському сміттєзвалищі, було проведено з метою оцінки впливу умов сміттєзвалища на фізіологічний розвиток рослинного покриву. Дослідження, як і на Броницькому сміттєзвалищі, включало збір та аналіз даних висот рослин, швидкості фотосинтезу та довжини кореневої системи. На Бориславському сміттєзвалищі виявлено наступний асортимент видів деревно-чагарникових та трав'янистих насаджень (додаток В).

Результати дослідження показали, що середня висота рослин на Бориславському сміттєзвалищі становила 60 см. Порівняно із контрольною групою, рослини на сміттєзвалищі виявили знижений ріст на 30%. Це свідчить про негативний вплив умов сміттєзвалища на фізіологічний розвиток рослин, спричинений впливом токсичних речовин, та обмеженим доступом до вологості та поживних речовин.

Дослідження фізіологічної стійкості рослин на Бориславському сміттєзвалищі включало в себе вимірювання швидкості фотосинтезу за допомогою мультидетектора газу (модель DP—35 VET). Швидкість фотосинтезу на Бориславському сміттєзвалищі становила 8 одиниць  $\text{CO}_2$  — асиміляції на годину, в той час як у контрольній групі цей показник досягав 12 одиниць. Це свідчить про знижену ефективність фотосинтезу у рослин на сміттєзвалищі.

Результати біометричного вивчення кореневої системи рослинного покриву, показали, що коренева система рослин із сміттєзвалища мала середню довжину 30 см, порівняно з 50 см у контрольній групі. Це свідчить про обмежений доступ до води та поживних речовин у ущільнених ґрунтах сміттєзвалища, що призводить до зменшення розвитку кореневої системи та загальної фізіологічної стійкості рослин.

В цілому, фізіологічна стійкість рослин на Бориславському сміттєзвалищі є зниженою порівняно із рослинами у контрольній групі. Це свідчить про

негативний вплив умов на сміттєзвалищі на розвиток рослин та їх функціональну активність.

#### 4.7.3. Стрийське сміттєзвалище

Дослідження фізіологічної стійкості рослинного покриву на Стрийському сміттєзвалищі було проведено з метою оцінки впливу умов сміттєзвалища на розвиток рослин та їх фізіологічні показники. У рамках дослідження було проведено збір та аналіз даних, а саме висоту рослин, швидкість фотосинтезу та довжину кореневої системи. На Стрийському сміттєзвалищі виявлено наступний асортимент видів деревно-чагарникових та трав'янистих насаджень (додаток В).

Вивчення біометричних показників показали, що середня висота рослин на Стрийському сміттєзвалищі становила 70 см., що на 20% нижче, ніж у контролі. Це свідчить про негативний вплив едафічних умов сміттєзвалища на ріст і розвиток рослин.

Дослідження фізіологічної стійкості рослин на сміттєзвалищі, здійснювалось шляхом вимірювання швидкості фотосинтезу за допомогою мультидетектора газу (модель DP-35 VET). Швидкість фотосинтезу на сміттєзвалищі становила 10 одиниць  $\text{CO}_2$  - асиміляції на годину, у контрольній групі - 15 одиниць  $\text{CO}_2$  - асиміляції на годину.

Замір середніх розмірів корневих систем рослин показав, що у рослин сміттєзвалища вона становила 40 см, а у контролі – 60 см. Це свідчить про ущільнення ґрунтів і відповідно обмежений доступ до ґрунтової вологи та поживних речовин у ґрунті сміттєзвалища.

На основі отриманих даних щодо вивчення фізіологічної стійкості рослин на Бориславському, Броницькому і Стрийському сміттєзвалищах, можна зробити висновок, що умови на сміттєзвалищах здійснюють негативний вплив на ріст і розвиток та фізіологічні показники рослин. Висота рослин на Броницькому сміттєзвалищі була меншою в 2 рази, порівняно з контрольною

групою, що свідчить про знижений ріст рослин, швидкість фотосинтезу та розвиток кореневої системи були обмеженими на території всіх сміттєзвалищ. Найвищі значення фізіологічних показників спостерігалися на ділянках Стрийського сміттєзвалища, що отримували більше інсоляції, проте їхня кількість була візуально менша ніж на інших об'єктах. Ділянки, які були під прямими сонячним випромінюваннями, мали вищі значення росту рослин, швидкості фотосинтезу та розвитку кореневої системи порівняно з іншими ділянками, які були піддані впливу фотолізу. Ділянки, які були затінені вищою рослинністю, мали дещо нижчі значення фізіологічних показників. Це пов'язано з обмеженим доступом до світла та поживних речовин у субстратах сміттєзвалищ. Отримані результати свідчать про необхідність управління та моніторингу територій з метою збереження фізіологічного стану флори та забезпечення сталого розвитку екосистем сміттєзвалищ.

#### **4.8. Фізико-хімічні властивості снігового покриву сміттєзвалищ**

У лютому 2021 року було проведено дослідження вмісту хімічних елементів у воді, утвореній з талого снігу, зібраного на території трьох сміттєзвалищ: Бориславського, Броницького та Стрийського. Відбір проб здійснювався з урахуванням геометричної конфігурації звалищ, тобто забір снігу проводився біля підніжжя звалища з усіх сторін горизонту. Кожна проба снігу складала 1 дм<sup>3</sup> рідини після танення.

Отримані проби води були піддані порівняльному аналізу вмісту хімічних елементів. В результаті аналізу було виявлено перевищення гранично—допустимих концентрацій деяких хімічних показників в пробах, отриманих з талого снігу на сміттєзвалищах. Зокрема, серед проаналізованих хімічних елементів було виявлено наявність хлоридів, сульфатів, нітритів, нітратів, фосфатів, кальцію, магнію, заліза та амонію. Ці хімічні елементи можуть бути вважати пріоритетними забруднювачами.



Отримані результати свідчать про наявність забруднення води, утвореної з талого снігу на досліджуваних сміттєзвалищах. Перевищення гранично—допустимих концентрацій деяких хімічних елементів свідчить про потенційну небезпеку для навколишнього середовища та можливий вплив на здоров'я людей та екосистему.

З урахуванням отриманих результатів, необхідно вжити відповідних заходів для зменшення забруднення на сміттєзвалищах та покращення якості води, що утворюється з талого снігу. Важливо розробити та впровадити ефективні стратегії управління сміттєзвалищами, включаючи впровадження системи відповідальної обробки сміття та контролю за викидами шкідливих речовин. Такі заходи сприятимуть збереженню довкілля, здоров'ю громади та сталому розвитку екосистем. Розглянемо детальніше показники лабораторного аналізу талого снігу кожного із досліджуваних сміттєзвалищ.

#### 4.8.1. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Броницького сміттєзвалища

Напрямок переважаючих вітрів та щоденний розподіл температурного режиму у період проведення досліджень наведено на рис. 4.108. і 4.109.

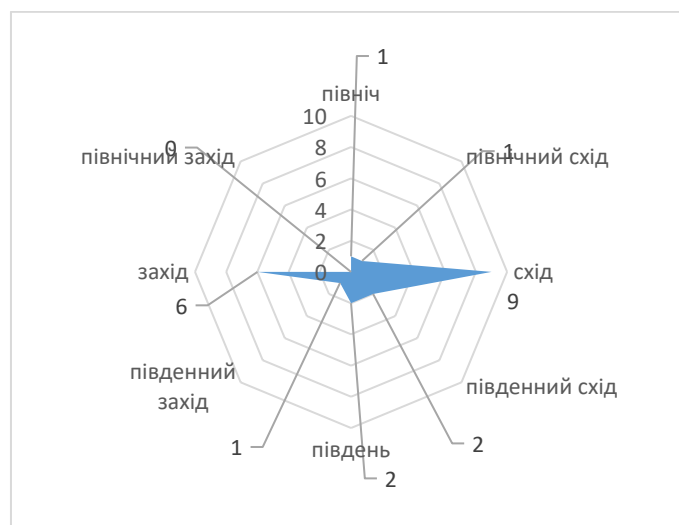


Рисунок 4.108 — Поширення вітру на поверхні Броницького сміттєзвалища Львівської області (лютий 2021)

У місцевості Броницького сміттєзвалища переважають південно-східні напрямки вітрів, хоча північно-західні напрямки також відмічаються, але менш інтенсивно. Це означає, що переважна частина вітрів дмуть з південного сходу.

Температурний розподіл на території Броницького сміттєзвалища характеризується переважанням позитивних денних температур у діапазоні від  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ . Протягом певних днів спостерігалися заморозки вночі та випадання снігу. Це свідчить про те, що погодні умови на сміттєзвалищі були холодними, але з переважанням теплих денних температур.

Такі кліматичні умови можуть впливати на процес розкладу сміття та утворення та збереження вологи на території сміттєзвалища. Теплі денні температури сприяють активнішому розкладу органічних матеріалів, тоді як нічні заморозки можуть впливати на процеси мікробного розкладу. При випаданні снігових опадів можливе нагромадження вологи, що може впливати на стійкість та структуру сміття.

Враховуючи ці фактори, необхідно розглянути вплив кліматичних умов на процеси розкладу сміття та розробити відповідні стратегії управління сміттєзвалищем, щоб забезпечити ефективну обробку сміття та мінімізувати негативний вплив на довкілля.

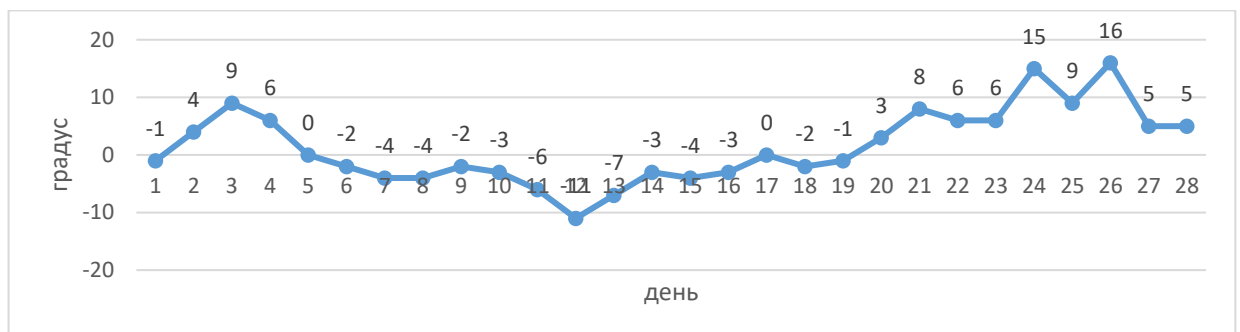


Рисунок 4.109 — Температура повітря в зоні впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області (лютий 2021)

На основі проведених досліджень снігових проб у лабораторії кафедри екологічної безпеки отримано значущі Фізико-хімічні показники, які були порівняні з накопиченням досліджуваних елементів у товщі снігу з різних

сторін Броницького сміттєзвалища. Результати цього порівняння наведені на графіку (рис. 4.110).

Аналіз показав, що у снігу, зібраному на території сміттєзвалища, були виявлені підвищені рівні деяких досліджуваних хімічних елементів порівняно з нормативними значеннями. Зокрема, спостерігалось перевищення гранично—допустимих концентрацій хлоридів, сульфатів, нітритів, нітратів, фосфатів, кальцію, магнію, заліза та амонію.

Це свідчить про те, що сміттєзвалище має значний вплив на якість снігу, що накопичується на його території. Забруднення снігу хімічними елементами може мати негативний вплив на довкілля, здоров'я людей та екосистему в цілому.

Отримані результати є важливою інформацією для розробки та впровадження ефективних заходів щодо контролю та зменшення забруднення сміттєзвалища. Розробка стратегій управління сміттєзвалищем, включаючи впровадження сучасних технологій управління відходами та контролю за впливом на довкілля, стає надзвичайно важливою для забезпечення екологічної безпеки та збереження природних ресурсів.

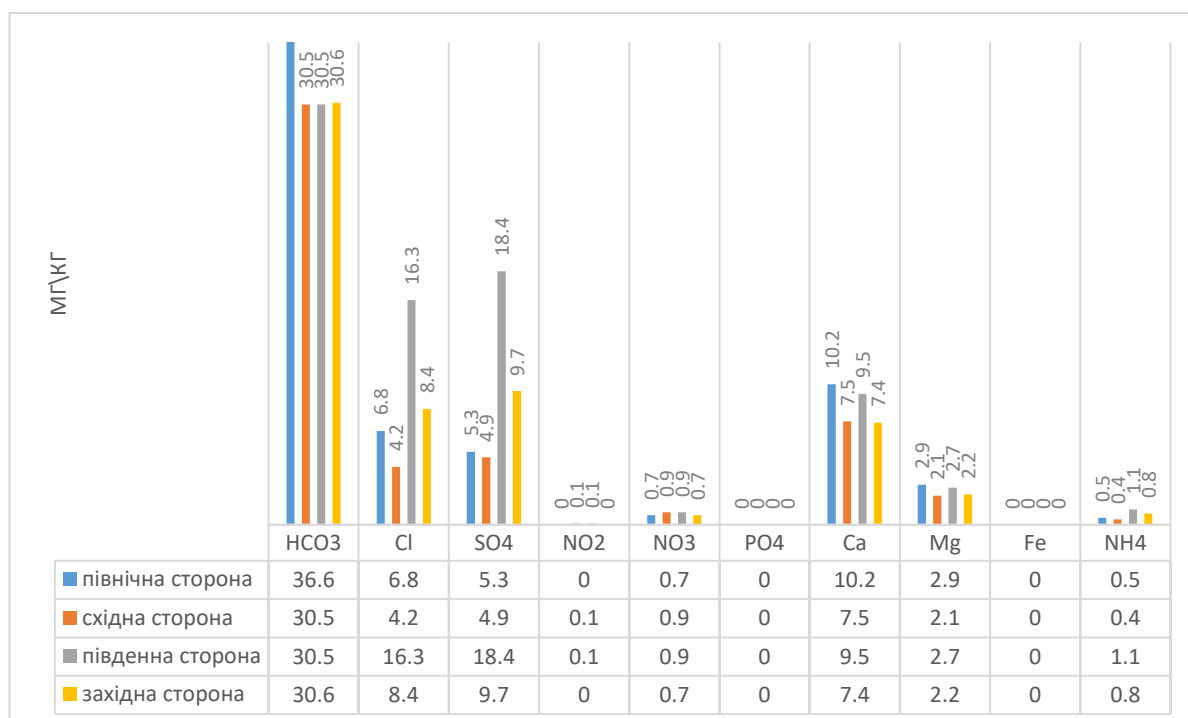


Рисунок 4.110 — Фізико-хімічні показники талого снігу на Броницькому сміттєзвалищі Львівської області

Аналізуючи дані з дослідження Броницького сміттєзвалища, слід зазначити, що низка показників має найвищі значення на південній стороні звалища, яка межує з сільськогосподарськими угіддями. Зокрема, концентрація хлоридів (Cl) складає 16,3 мг/кг, сульфатів (SO<sub>4</sub>) — 18,4 мг/кг, а сумарна концентрація натрію та калію (Na + K) становить 18,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Поширення вітру відбувається переважно у східному напрямку, що призводить до розносу залишків речовин у навколишній лісовий масив. Таким чином, спостерігаються підвищені концентрації гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>), вапняку (Ca) та магнію (Mg) у цій області. Зокрема, концентрація гідрокарбонатів складає 36,6 мг/кг, вапняку — 10,2 мг/кг, а магнію — 2,9 мг/кг.

Ці дані вказують на те, що забруднення на Броницькому сміттєзвалищі має відмінний вплив на довкілля. Впливні фактори, такі як напрям розповсюдження вітру і близькість до сільськогосподарських угідь та лісових масивів, сприяють розносу забруднюючих речовин у цих районах.

Під час досліджень було також виміряно рН, сухий залишок та хімічне споживання кисню в атмосферних опадах, що досліджувалися. Отримані дані були використані для моделювання поширення цих показників у довкіллі навколо сміттєзвалища.

На рис. 4.111 представлена модель розподілу рН в атмосферних опадах. Можна спостерігати, що найнижчі значення рН спостерігаються у непосредственній близькості до сміттєзвалища, а збільшення відбувається з віддаленням від нього.

У рис. 4.112 показано модель розподілу сухого залишку в атмосферних опадах. Видно, що найвищі значення сухого залишку спостерігаються у непосредственній близькості до сміттєзвалища, і зменшення спостерігається з віддаленням від нього.

Рис. 4.113 представляє модель розподілу хімічного споживання кисню в атмосферних опадах. За отриманими результатами можна побачити, що найвищі значення хімічного споживання кисню спостерігаються у найближчих

до сміттєзвалища точках, а зменшення відбувається по мірі віддалення від нього.

Ці моделі розподілу показників у довкіллі дають нам уявлення про вплив сміттєзвалища на якість атмосферних опадів у навколишній області. Високі значення рН, сухого залишку та хімічного споживання кисню неподалік від сміттєзвалища свідчать про наявність забруднень, які можуть негативно впливати на екологічну стійкість довкілля.

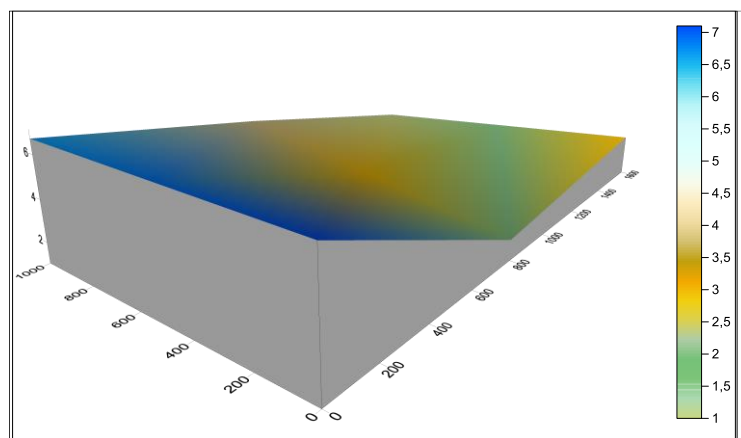


Рисунок 4.111 — 3 D модель рН (водневого показника) у сніговому покриві на Броницькому сміттєзвалищі

За отриманими результатами моделювання рН водного показника було встановлено, що рівень коливається в межах 6,9-7,6. Ці значення знаходяться в межах гранично-допустимих концентрацій (ГДК) від 6,5 до 9, що свідчить про те, що водний показник не перевищує встановлені норми.

У моделі розподілу сухих залишків було виявлено, що переважання кількості спостерігається з південного боку сміттєзвалища і становить 125,6 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як з північної сторони ця кількість становить 23,8 мг/дм<sup>3</sup>. За ГДК, який не повинен перевищувати 380 мг/дм<sup>3</sup>, можна зробити висновок, що умови є сприятливими.

Отримані дані показують, що як рН водного показника, так і вміст сухих залишків у воді навколишнього середовища у межах Броницького сміттєзвалища в цілому відповідають припустимим нормам і не перевищують встановлені ГДК. Однак, слід продовжувати моніторинг та спостереження за

якістю води з метою запобігання можливих забруднень і підтримки екологічно стійкого стану довкілля.

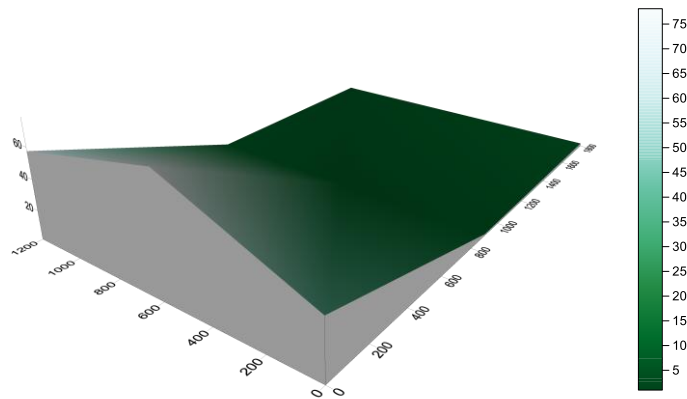


Рисунок 4.112 — 3 D модель сухого залишок у сніговому покриві на Броницькому сміттєзвалищі (мг/дм<sup>3</sup>)

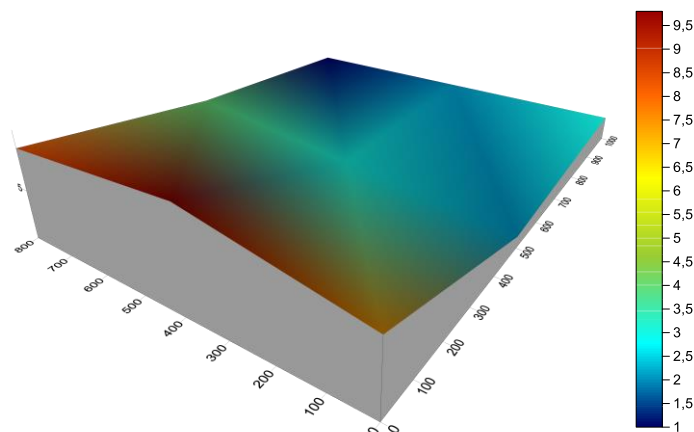


Рисунок 4.113 — 3 D модель ХСК (хімічне споживання кисню) у сніговому покриві на Броницькому сміттєзвалищі

За отриманими результатами досліджень щодо хімічного споживання кисню (ХСК), було виявлено, що вміст ХСК переважає на південній стороні сміттєзвалища і становить 18,4 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як на північній стороні ця кількість становить 6,2 мг/дм<sup>3</sup>. За гранично-допустимими концентраціями (ГДК), які не повинні перевищувати 810 мг/дм<sup>3</sup>, можна зробити висновок про низький рівень наявності ХСК.

Отримані дані свідчать про те, що рівень хімічного споживання кисню в довкіллі Броницького сміттєзвалища відповідає встановленим нормам і не

перевищує встановлені ГДК. Це свідчить про наявність низької концентрації речовин, які спричиняють витрату кисню при біологічних процесах. Проте, слід продовжувати моніторинг та спостереження за рівнем ХСК з метою попередження можливого забруднення та збереження екологічно стійкого стану довкілля.

Висновок по Броницькому сміттєзвалищу, на основі отриманих даних та проведених досліджень, може бути наступним:

За результатами аналізу хімічних елементів у снігових пробах та водних витяжках, отримано перевищення гранично-допустимих концентрацій деяких показників, зокрема хлоридів, сульфатів, нітритів, нітратів, фосфатів, кальцію, магнію, заліза та амонію. Ці хімічні елементи можуть вважатися пріоритетними забруднювачами на сміттєзвалищі.

Поширення вітру більш зосереджене у східній стороні сміттєзвалища, що спричиняє рознос речовин у лісовий масив. На південному боці спостерігаються найвищі значення показників, таких як хлориди, сульфати, натрій та калій, тоді як на північному боці концентрації хлоридів, кальцію та магнію є вищими.

Вимірювання рН води показало, що рівень водневого показника коливається в межах 6,9-7,6, що відповідає ГДК. Також було встановлено, що концентрація сухих залишків переважає на південній стороні (125,6 мг/дм<sup>3</sup>), але не перевищує ГДК. Наявність хімічного споживання кисню також відповідає встановленим нормам.

Отримані дані свідчать про наявність певного рівня забруднення на Броницькому сміттєзвалищі, зокрема виявлено перевищення гранично-допустимих концентрацій деяких хімічних елементів. Це підкреслює необхідність подальшого моніторингу, контролю та прийняття заходів для зменшення негативного впливу сміттєзвалища на довкілля та збереження екологічно стійкого стану в місцевості.

#### 4.8.2. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Бориславського сміттєзвалища

На Бориславському сміттєзвалищі спостерігається подібний напрямок переважаючих вітрів і щоденний розподіл температурного режиму, як на Броницькому сміттєзвалищі, яке знаходиться на відстані 25 км. Розподіл метеорологічних показників на Бориславському сміттєзвалищі представлено на рис. 4.114 і 4.115.

Це свідчить про схожі кліматичні умови у досліджуваних областях. Така подібність може впливати на розподіл забруднюючих речовин, їх рознос та можливі наслідки для довкілля.

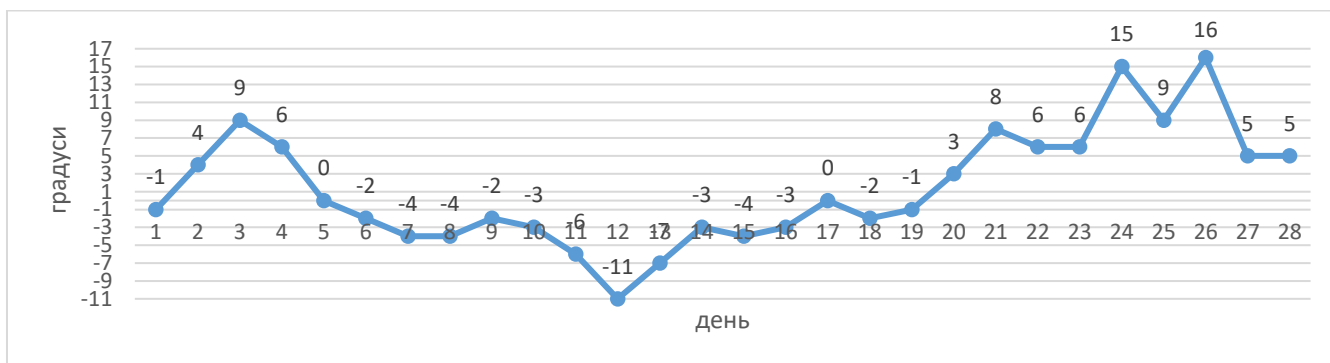


Рисунок 4.114 — Температура повітря в межах Бориславського сміттєзвалища Львівської області (лютий 2021)

На Бориславському сміттєзвалищі спостерігається температурний розподіл, в якому переважають плюсові денні температури в межах  $+1^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ . Ці температури чергуються з нічними заморозками, коли температура може опускатися від  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $-15^{\circ}\text{C}$ . Також в цей період відбувається випадання снігових осадків.

Цей температурний режим може мати вплив на фізичні та хімічні процеси, що відбуваються на сміттєзвалищі. Заморозки та випадання снігу можуть впливати на стабільність та композицію сміття, а також на розкладання органічних матеріалів. Ці фактори важливі для розуміння впливу сміттєзвалища на довкілля та прийняття відповідних заходів з охорони довкілля.



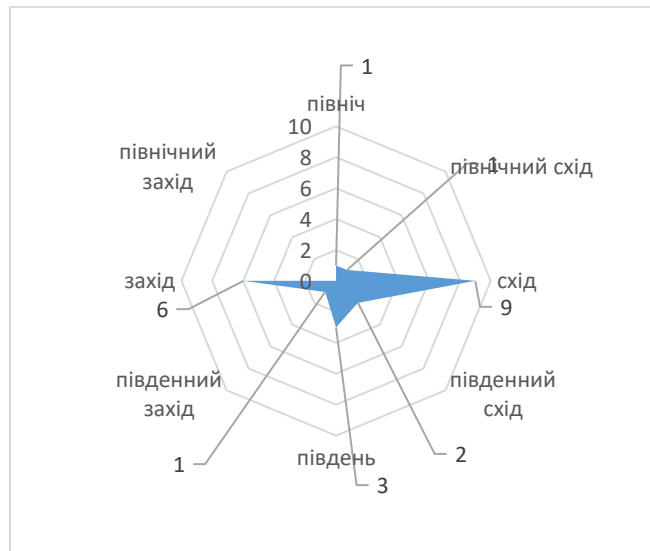


Рисунок 4.115 — Роза вітрів Бориславського сміттєзвалища  
Львівської області (лютий 2021)

В даній місцевості Бориславського сміттєзвалища спостерігається переважання південно-східних напрямків вітрів, а північно-західні напрямки вітрів є менш розповсюдженими. Це може мати вплив на геоморфологічний рельєф самого сміттєзвалища.

Для порівняння рівня накопичення усіх досліджуваних елементів у товщі снігу з різних сторін сміттєзвалища було проведено аналіз, результати якого наведені на рис. 4.116. Цей порівняльний рівень накопичення елементів вказує на розподіл забруднюючих речовин у снігу в залежності від напрямку вітру та його впливу на розсіювання забруднень.

Ці дані є важливими для визначення рівня забруднення довкілля в околицях сміттєзвалища та оцінки його впливу на природні ресурси. Вони можуть бути використані при розробці стратегій та заходів з мінімізації негативних екологічних наслідків сміттєзвалища.

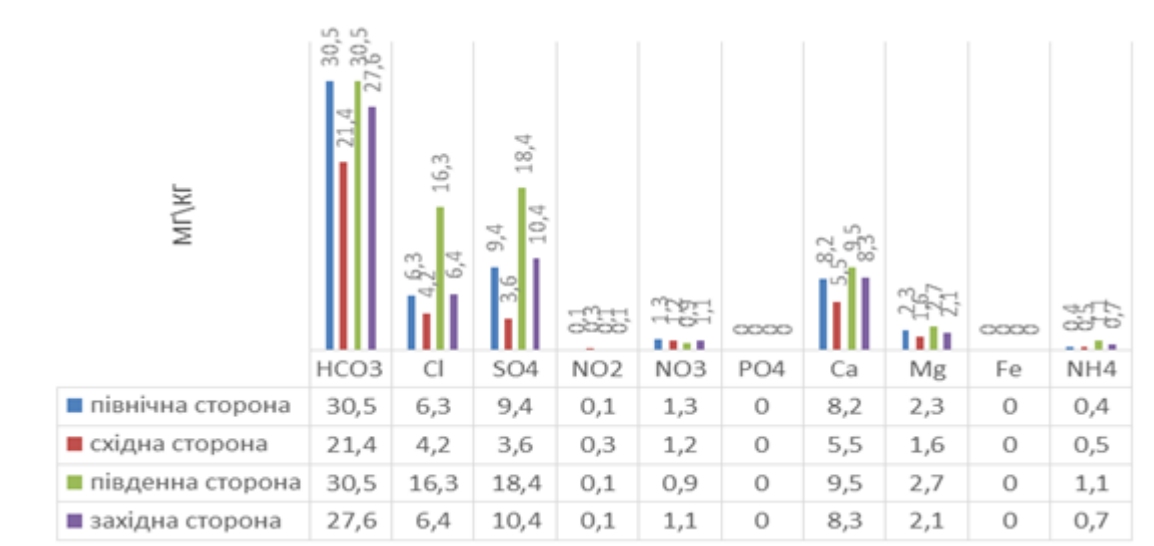


Рисунок 4.116 — Фізико-хімічні показники талого снігу на Бориславському сміттєзвалищі Львівської області

Згідно з отриманими даними в результаті досліджень, найвищий вміст концентрації різних сполук спостерігається у снігу з північного боку сміттєзвалища. Це стосується сполук, таких як гідрокарбонати (HCO<sub>3</sub>), хлориди (Cl), сульфати (SO<sub>4</sub>), амоній (NH<sub>4</sub>), кальцій (Ca), магній (Mg) і сума натрію та калію (Na + K). У цьому напрямку також виявлені високі концентрації гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>) та нітратів (NO<sub>3</sub>).

Зі східного боку сміттєзвалища, що межує з лісовими насадженнями, концентрації сполук є меншими, але все ще підвищеними. Тут спостерігається високий вміст гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>) та нітратів (NO<sub>3</sub>).

Дослідження з визначення рівня рН, сухого залишку та хімічного споживання кисню в атмосферних опадах були проведені і змодельовані для оцінки їх розподілу в довкіллі. Дані моделювання показують, як розподіляються ці параметри в навколишній області сміттєзвалища.

Отримані результати досліджень є важливими для оцінки екологічного стану Бориславського сміттєзвалища та його впливу на природні ресурси. Вони можуть бути використані для прийняття рішень щодо заходів з екологічної безпеки та зменшення негативного впливу сміттєзвалища на довкілля.

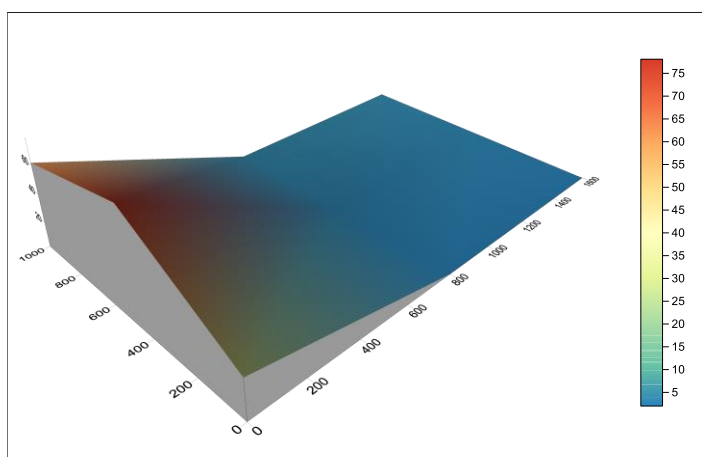
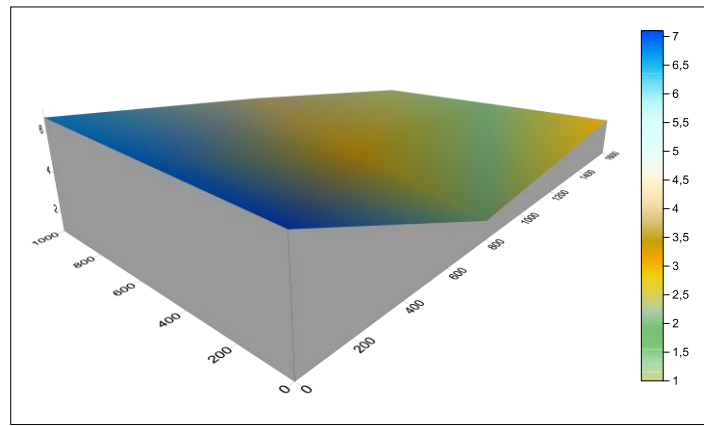


Рисунок 4.117 — 3 D модель сухого залишок у сніговому покриві на Бориславському сміттєзвалищі

Згідно отриманих даних, вміст сухих залишків у снігу на Бориславському сміттєзвалищі переважає на південній стороні, де його кількість становить 78,1 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як з північної сторони вміст сухих залишків складає 49,2 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно з ГДК (гранично допустимою концентрацією) для сухих залишків, яка становить 380 мг/дм<sup>3</sup>, показано, що концентрація сухих залишків на Бориславському сміттєзвалищі знаходиться на сприятливому рівні.

Це свідчить про те, що сміттєзвалище зберігає сприятливі умови щодо концентрації сухих залишків у снігу, що може бути ознакою наявності адекватних систем управління відходами та ефективних заходів для зниження впливу сміття на довкілля. Однак, необхідно продовжувати моніторинг та контролювати рівень сухих залишків, щоб забезпечити сталий екологічний стан сміттєзвалища та його довкілля.



Рисуннок 4.118 — 3 D модель Ph (водневого показника) у сніговому покриві на Бориславському сміттєзвалищі

З отриманих результатів моделювання водневого показника (рН) видно, що рівень рН водневого показника на Бориславському сміттєзвалищі коливається в межах 6,2-7,1. Зазначено, що на південній стороні сміттєзвалища було зафіксовано показник рН рівний 6,2, що є дещо нижчим від гранично допустимого рівня рН (6,5-9) для атмосферних опадів.

Це може свідчити про наявність кислотних речовин у атмосферних опадах, що пов'язано з впливом сміття на якість повітря та опадів. Низький рівень рН може бути наслідком розкладу органічних матеріалів у сміттєзвалищі та утворення кислотних сполук.

Необхідно враховувати, що нижче гранично допустимого рівня рН може негативно впливати на довкілля та екосистеми. Тому важливо здійснювати відповідні заходи для зниження впливу сміття на якість повітря та опадів і підтримувати рівень рН в безпечних межах.

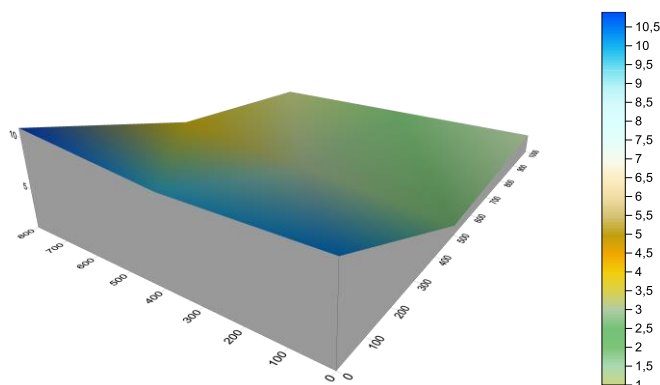


Рисунок 4.119 — 3 D модель ХСК (хімічне споживання кисню) у сніговому покриві на Бориславському сміттєзвалищі

З отриманих результатів визначення ХСК (хімічного споживання кисню) видно, що вміст ХСК переважає на північній стороні сміттєзвалища в кількості 12,4 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як на південній стороні цей показник становить 9,8 мг/дм<sup>3</sup>. Зазначено, що гранично допустимий рівень ХСК в атмосферних опадах не повинен перевищувати 810 мг/дм<sup>3</sup>.

Отримані результати свідчать про низьку наявність ХСК у досліджуваних атмосферних опадах, які були зібрані з Бориславського сміттєзвалища. Це може бути позитивним показником, оскільки високі рівні ХСК можуть свідчити про наявність забруднень та органічних речовин, які споживають кисень під час процесу розкладу.

Проте, необхідно продовжувати моніторинг та контроль за рівнем ХСК, оскільки діяльність сміттєзвалища може впливати на якість повітря та опадів у довкіллі. Регулярні дослідження є важливими для забезпечення екологічної безпеки та вжиття необхідних заходів для зменшення впливу сміття на довкілля.

На основі отриманих дослідних даних про Бориславське сміттєзвалище можна зробити наступні висновки:

Напрямок переважаючих вітрів та температурний режим свідчать про чергування плюсових денних температур з нічними заморозками, а також про наявність снігових осадків. Це може вказувати на можливі впливи сміттєзвалища на місцеву кліматичну систему та екологічні умови.

В атмосферних опадах, зібраних з сміттєзвалища, виявлені різні концентрації різних сполук. Найбільші концентрації спостерігаються у снігу з північного боку сміттєзвалища, зокрема  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$  та  $\text{Na} + \text{K}$ . Дещо менше концентрації спостерігаються зі східного боку сміттєзвалища. Це свідчить про наявність забруднень та хімічних сполук у сміттєзвалищі, які можуть мати вплив на довкілля та екосистеми.

Результати вимірювання рН водневого показника показують, що рівень коливається в межах 6,2 — 7,1. На південній стороні сміттєзвалища виявлено значення рН нижче рекомендованого рівня ГДК. Це може вказувати на можливе забруднення та кислотність водних систем навколо сміттєзвалища.

Хімічне споживання кисню (ХСК) в досліджуваних атмосферних опадах було визначено, і виявлено, що вміст ХСК переважає на північній стороні сміттєзвалища. Отримані значення ХСК не перевищують гранично допустимий рівень, що свідчить про низьку наявність ХСК у досліджуваних опадах.

Загальний висновок полягає в тому, що Бориславське сміттєзвалище може мати вплив на довкілля та екологічну ситуацію через наявність забруднень, хімічних сполук та можливе засмічення водних ресурсів. Для збереження екологічної безпеки необхідно продовжувати моніторинг, контроль та приймати заходи щодо зменшення впливу сміттєзвалища на довкілля та здоров'я людей.

#### **4.8.3. Фізико-хімічні властивості снігового покриву Стрийського сміттєзвалища**

Стрийське сміттєзвалище було піддане дослідженню щодо напрямку переважаючих вітрів та розподілу температурного режиму в період проведення досліджень. Дані щодо цих параметрів були представлені на рис. 4.120 і 4.121.

Вивчення напрямку переважаючих вітрів є важливим, оскільки він може впливати на поширення запахів та забруднень, що походять зі сміттєзвалища.

Аналізуючи ці дані, можна визначити, у якому напрямку розповсюджуються забруднення та як вони можуть впливати на населені райони.

Дослідження також охопило аналіз температурного режиму. Температура має значний вплив на процеси розкладання сміття та виділення шкідливих газів. Аналізуючи розподіл температур у період проведення досліджень, можна зрозуміти, як ці процеси можуть бути сповільнені або прискорені залежно від умов.

Для отримання більш точних і детальних висновків щодо Стрийського сміттєзвалища, необхідно мати доступ до рисунків та додаткових досліджень, що аналізують вплив напрямку вітру та температурного режиму на це сміттєзвалище. Це допоможе зробити більш обґрунтовані висновки щодо впливу цих факторів на довкілля та здоров'я людей.

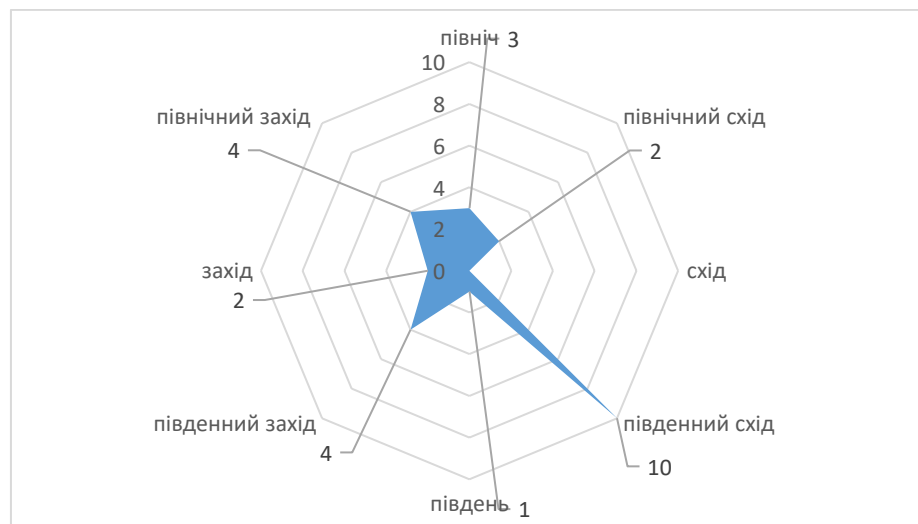


Рисунок 4.120 — Роза вітрів Бориславського сміттєзвалища Львівської області (лютий 2021)

На даній ділянці, яка розташована на рівнинному техногенному ландшафті, спостерігається переважання південно-східних вітрів. Це можна визначити з накопичення забрудників у сніговому покриві, що є результатом перенесення забруднень вітром. Під дією південно-східних вітрів, забрудники з сміттєзвалища переміщуються та осідають на сніговому покриві, що призводить до його забруднення. Це накопичення забрудників у снігу є важливим показником впливу сміттєзвалища на довкілля. Через рух вітру,

забруднення можуть поширюватись на значну відстань від сміттєзвалища, що може мати наслідки для якості повітря, ґрунту та водних ресурсів у цьому районі. Аналізуючи розподіл забрудників у сніговому покриві, можна отримати важливі дані про розповсюдження забруднень та їх потенційний вплив на довкілля.

Необхідно також зазначити, що наукова оцінка впливу сміттєзвалища на довкілля повинна базуватись на комплексному аналізі різних факторів, включаючи не лише вплив вітру, але й інші аспекти, такі як якість ґрунту, води та повітря, вміст шкідливих речовин у смітті та його переробці. Такий підхід дозволить отримати більш повне розуміння стану сміттєзвалища і впливу його діяльності на довкілля.

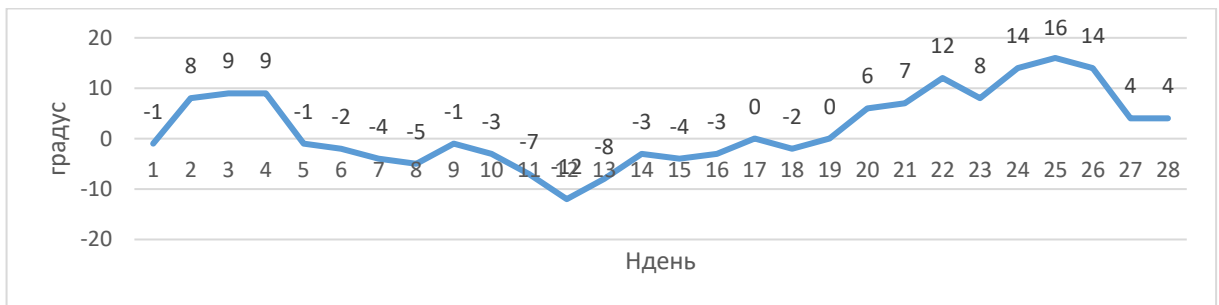


Рисунок 4.121 — Температура повітря в межах Стрийського сміттєзвалища Львівської області (лютий 2021)

Температурний режим, спостережений на Стрийському сміттєзвалищі, свідчить про наявність більш теплого циклону, який приносить високі плюсові температури від  $+1^{\circ}\text{C}$  до  $+16^{\circ}\text{C}$ . Однак, спостерігаються також зниження температури до  $-12^{\circ}\text{C}$  з частковими осадками.

Фізико-хімічні показники, отримані з Стрийського сміттєзвалища, демонструють накопичення різних досліджуваних елементів у снігу з різних сторін сміттєзвалища. Ці показники вказують на рівень концентрації різних сполук, що можуть бути присутні в забрудненні сміттєзвалища. Зображення на рис. 4.122 надають порівняльну інформацію про концентрацію цих елементів у снігу з різних напрямків навколо сміттєзвалища.



Аналіз фізико-хімічних показників у снігу може бути корисним для визначення рівня забруднення довкілля сміттєзвалищем. Ці дані можуть служити основою для оцінки впливу сміттєзвалища на якість повітря, ґрунту та водних ресурсів у цьому районі. Однак, важливо провести додаткові дослідження та аналіз, щоб отримати більш повну картину впливу сміттєзвалища на довкілля та розробити ефективні заходи щодо зменшення забруднення та покращення стану довкілля.

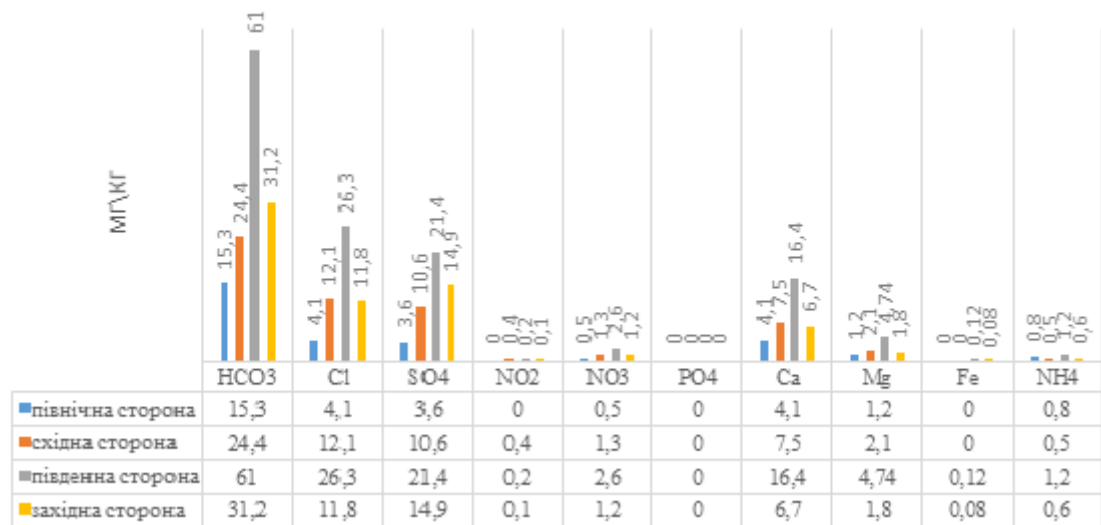


Рисунок 4.122 — Фізико-хімічні показники талого снігу на Бориславському сміттєзвалищі Львівської області

Відповідно до отриманих показників під час дослідження Стрийського сміттєзвалища, можемо зробити наступні висновки. Найвищий рівень концентрації сполук спостерігається у снігу, який знаходиться на південній стороні сміттєзвалища, поруч з полем та залізничним сполученням. У цих пробах були виявлені високі значення концентрації хлоридів (Cl), сульфатів (SO<sub>4</sub>), нітратів (NO<sub>3</sub>), кальцію (Ca), магнію (Mg), заліза (Fe) та амонію (NH<sub>4</sub>).

Проби, взяті з західного боку сміттєзвалища, показали високу концентрацію гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>), що може бути пов'язане з інтенсивним рухом транспорту на відповідних ділянках.

Загалом, отримані дані свідчать, що моніторинг забруднення снігового покриву не показав значного нагромадження шкідливих речовин. Проте,

враховуючи особливості кожного окремого сміттєзвалища, такий моніторинг є актуальним та важливим.

Також були проведені дослідження та моделювання фізико-хімічних показників в атмосферних опадах, зокрема визначення рівня кислотності (рН), сухого залишку та хімічного споживання кисню. Ці дані допомагають оцінити розподіл та поширення забруднюючих речовин у довкіллі.

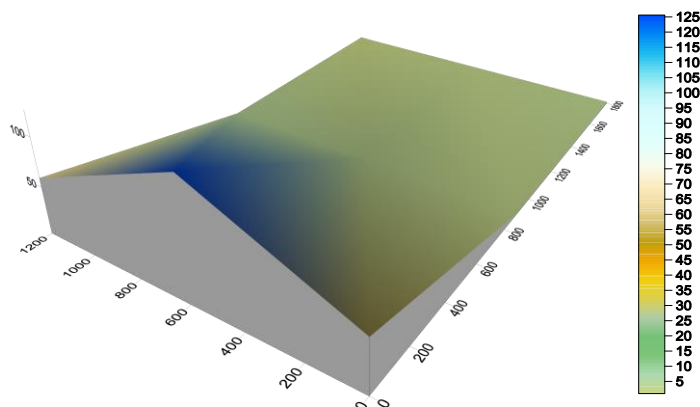


Рисунок 4.123 — 3 D модель сухого залишок у сніговому покриві на Стрийському сміттєзвалищі

Згідно з отриманими результатами дослідження, вміст сухих залишків у сніговому покриві на Стрийському сміттєзвалищі має різну концентрацію залежно від сторони. Найвищий вміст спостерігається на південній стороні, де він становить 78,1 мг/дм<sup>3</sup>. На північній стороні вміст сухих залишків становить 46,4 мг/дм<sup>3</sup>, на східній — 38,4 мг/дм<sup>3</sup>, а на західній — 57,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Варто відзначити, що отримані значення сухих залишків є незначними у порівнянні з гранично допустимою концентрацією (ГДК), яка не повинна перевищувати 380 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про те, що накопичення сухих залишків у сніговому покриві на даному сміттєзвалищі є незначним. Однак, враховуючи важливість охорони довкілля, моніторинг рівня сухих залишків є важливим для забезпечення екологічно чистих умов у даній території.

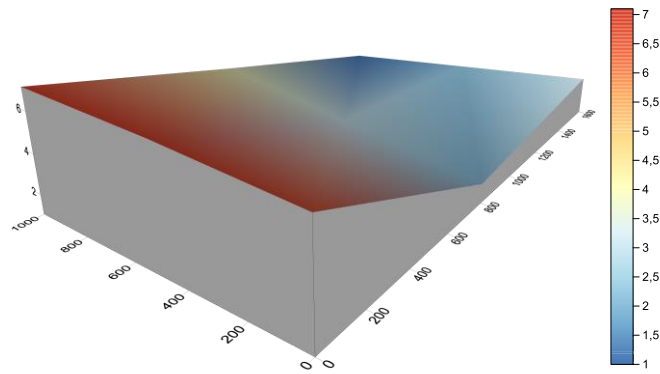


Рисунок 4.124 — 3 D модель Ph (водневого показника) у сніговому покриві на Стрийському сміттєзвалищі

За отриманими результатами дослідження водневого показника (рН) у сніговому покриві Стрийського сміттєзвалища можна стверджувати, що рівень рН коливається в межах 6,7 — 7,4. Ці значення знаходяться в межах припустимого діапазону для водневого показника, встановленого ГДК (6,5—9).

Отримані результати свідчать про те, що немає значних відхилень водневого показника у сніговому покриві, що формується на території сміттєзвалища. Це означає, що рівень кислотності або лужності у сніговому покриві знаходиться у припустимих межах. Згідно з встановленими ГДК, водневий показник не перевищує встановлені норми. Це є позитивним показником, що свідчить про відсутність серйозних екологічних проблем, пов'язаних з кислотністю чи лужністю снігового покриву на даному сміттєзвалищі.

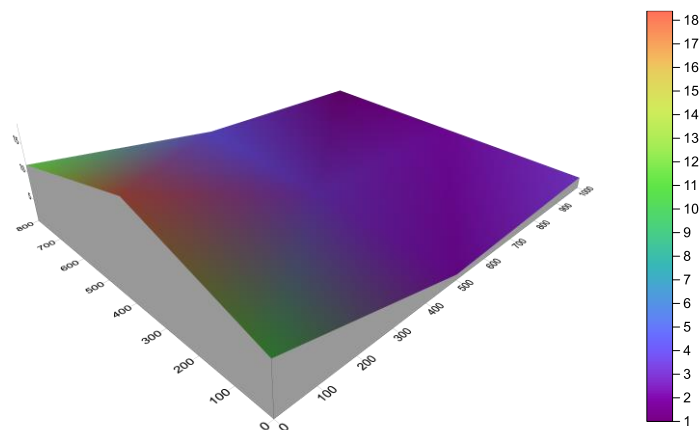


Рисунок 4.125 — 3 D модель ХСК (хімічне споживання кисню) у сніговому покриві на Бориславському сміттєзвалищі

З отриманих результатів дослідження хімічного споживання кисню (ХСК) у сніговому покриві Стрийського сміттєзвалища можна зробити висновок, що вміст ХСК переважає на південній стороні зі значенням  $9,8 \text{ мг/дм}^3$ , а на східній стороні —  $7,4 \text{ мг/дм}^3$ . Порівняно з гранично допустимою концентрацією ХСК, встановленою ГДК ( $810 \text{ мг/дм}^3$ ), вміст ХСК у сніговому покриві на сміттєзвалищі є низьким.

Це свідчить про те, що немає серйозних проблем з хімічним споживанням кисню у сніговому покриві, який накопичується на даному сміттєзвалищі. Значення ХСК перебувають далеко нижче встановленої граничної норми, що свідчить про незначну кількість речовин, які споживають кисень у сніговому покриві. Це важливий показник, оскільки хімічне споживання кисню може вказувати на наявність забруднень та наслідки антропогенної діяльності на сміттєзвалищі.

Аналіз метеорологічних чинників, зокрема вітру, підкреслює потенційну розповсюдження забруднених речовин з сміттєзвалищ на прилеглі території. Це важливий аспект, який слід врахувати при розробці стратегії управління відходами і запобіганні подальшому забрудненню.

Цифрове моделювання показників сухого залишку, водневого показника та ХСК допомагає у визначенні характеристик забруднення та оцінці його розподілу на території. Ці дані можуть бути використані для прийняття рішень щодо ефективної утилізації відходів та впровадження відповідних заходів з регулювання.

Створення системи збору і сортування відходів, а також впровадження ефективних методів переробки вторинної сировини, є критичними кроками у зменшенні негативного впливу сміттєзвалищ на довкілля. Редукція об'єму твердих побутових відходів є важливим етапом у досягненні цілей сталого розвитку та зменшенні негативного впливу на середовище.

Загалом, ваш висновок вказує на необхідність прийняття заходів для забезпечення ефективного управління відходами та зменшення негативного впливу сміттєзвалищ на довкілля. Сміттєзвалища в туристично-рекреаційному

комплексі Львівської області є серйозною проблемою, яка потребує негайного втручання. Розміщення сміттєзвалищ у таких районах може негативно впливати на екологічний стан, природні ландшафти та туристичний потенціал.

Важливим аспектом екологічного моніторингу є систематична збірка та аналіз даних щодо кількості сміття, його складу та впливу на довкілля. Це дозволяє отримати об'єктивну оцінку стану сміттєзвалищ і визначити необхідні заходи для зменшення їх впливу.

Застосування новітніх технологій у сміттєзборі, переробці та утилізації може сприяти зменшенню кількості відходів та забезпечити більш екологічно чисте управління сміттям. Інтеграція відповідних систем управління і моніторингу може забезпечити більш ефективне використання ресурсів та зниження негативного впливу на довкілля.

Співпраця між владою, організаціями громадського сектору, місцевими жителями та туристами є важливим чинником у здійсненні успішного екологічного моніторингу сміттєзвалищ. Сумісні зусилля всіх сторін є необхідними для здійснення адекватних заходів зі зменшення сміттєзвалищ і покращення екологічного стану регіону.

В цілому, дослідження підкреслює необхідність приділення великої уваги екологічному моніторингу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області і розробленню стратегій та заходів для покращення стану довкілля в цьому регіоні. Звернення до відповідних органів влади та організацій, які займаються управлінням відходами, може сприяти впровадженню необхідних змін та поліпшенню ситуації у сміттєзвалищах та їх довкіллі.

#### **4.9. Фітомеліоративна ефективність рослинного покриву на сміттєзвалищах**

Фітомеліоративна ефективність видового складу рослинності на девастрованих ландшафтах, до яких відносяться і сміттєзвалища є вкрай

важливим фактором покращення стану довкілля у локальному і регіональному масштабах.

Оцінку фітомеліоративної ефективності рослинного покриву девастрованих місцезростань вивчали у своїх працях чимало дослідників, зокрема Кучерявий В. П., Башуцька У. Б., Генік Я. В., Попович В. В., Дудин Р.Б. Дослідники стверджують, що у залежності від сприятливих едафо-кліматичних умов, поверхня девастрованих територій має фітомеліоративний потенціал, яка є важливою ускладовою процесу ревіталізації.

Роль зелених насаджень є вкрай важливою у ревіталізаційних процесах, адже вони виконують поліфункціональну роль у покращенні стану довкілля: кисне продукуючу, мікрокліматичну, фільтрувальну, шумопоглинальну, декоративно—естетичну.

Інтегральним показником, який дозволяє оцінити проходження фітомеліоративних процесів на девастрованих територіях є коефіцієнт фітомеліоративної ефективності. Даний показник оцінюється у балах. Для його визначення використовується наступна формула (за В. П. Кучерявим, 2003):

$$K_{FM} = \frac{S_p \cdot b + S_a \cdot b + S_{pm} \cdot b + S_f \cdot b + S_v \cdot b + S_{sv3} \cdot b + S_{sv1} \cdot b + S_{st} \cdot b + S_r \cdot b}{S}, \quad (4.1)$$

де,  $S_x$  – площа зайнята:  $p$  – пратоценозом;  $a$  – агроценозом;  $pm$  – помологоценозом;  $f$  – фрутоценозом;  $v$  – вітоценозом;  $sv3$  – сільваценозом триярусним;  $sv1$  – сільваценозом однарусним;  $st$  – стрипоценозом;  $r$  – рудероценозом;  $b$  – кількість балів, які здобув ценоз;  $S$  – загальна площа.

Існує диференціація за функціями, особливостями та можливостями розвитку у конкретних умовах території (присутні або не присутні), кожної із перелічених груп насаджень: пратоценози – лучні угруповування, агроценози – сільськогосподарські насадження, помологоценози – сади або їх залишки, фрутоценози – чагарникові насадження, вітоценози – виноградники, сільваценози – лісові угруповування, стрипоценози – смуги різного функціонального пристосування і рудероценози – угруповування бур'янових рослин.

Серед досліджуваних сміттєзвалищ на час дослідження, найбільше у фітомеліоративному плані обрахунку відповідало Броницьке сміттєзвалище. Саме на основі його території і здійснювався розрахунок коефіцієнта фітомеліоративної ефективності.

Для повноти оцінки на сміттєзвалищі закладено ряд пробних ділянок, розміром 10×10 м: північний бік, південний бік, західний бік, східний бік, центральна частина сміттєзвалища і як контроль 100 м від меж сміттєзвалища.

На час досліджень, на різних частинах сміттєзвалища було виявлено наступні функціональні категорії насаджень: фрутоценози, сільваценози, рудероценози, пратоценози і агроценози.

Оцінка коефіцієнтів фітомеліоративної ефективності по усіх досліджуваних ділянках подана нижче.

*Ділянка №1* є розташована на західному боці сміттєзвалища, який межує із під'їзною дорогою та природними лісовими насадженнями.

Тут зафіксовано сільваценози однарусні (*sv1*), фрутоценози (*f*), рудероценози (*r*). Площа зайнята сільваценозом однарусним – 10%, фрутоценозами – 5%, рудероценозами – 40%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності є наступною:

$$K_{FM} = \frac{S_{sv1} \cdot b + S_r \cdot b + S_f \cdot b}{S}. \quad (4.2)$$

*Ділянка №2* розташована на північному боці сміттєзвалища, що межує із сільськогосподарськими угіддями.

Тут зафіксовано сільваценози однарусні (*sv1*), рудероценози (*r*) і агроценози (*a*). Ділянка зайнята сільваценозом однарусним – 5%, рудероценозом – 10%, агроценозом – 10%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності є наступною:

$$K_{FM} = \frac{S_{sv1} \cdot b + S_r \cdot b + S_a \cdot b}{S}. \quad (4.3)$$

*Ділянка №3* розташована на східному боці сміттєзвалища, що межує із прилеглими лісовими насадженнями.

Тут зафіксовано сільваценози одноярусні ( $svI$ ), рудероценози ( $r$ ) і фрутоценози ( $f$ ). Виявлено наступний розподіл насаджень: сільваценоз одноярусний – 35%, фрутоценоз – 10%, рудероценоз – 30%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності є наступною:

$$K_{FM} = \frac{S_{svI} \cdot b + S_r \cdot b + S_f \cdot b}{S}. \quad (4.4)$$

**Ділянка №4** розташована на південному боці об'єкта досліджень і межує з лісовими насадженнями.

Тут зафіксовано сільваценози одноярусні ( $svI$ ), рудероценози ( $r$ ) і фрутоценози ( $f$ ). Виявлено наступний розподіл насаджень: сільваценоз одноярусний – 30%, фрутоценоз – 25%, рудероценоз – 40%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності є наступною:

$$K_{FM} = \frac{S_{svI} \cdot b + S_r \cdot b + S_f \cdot b}{S}. \quad (4.5)$$

**Ділянка №5** – ділянка розташована в центральній частині сміттєзвалища, зосереджена основна кількість відходів побутового походження.

Тут зафіксовано сільваценози одноярусні ( $svI$ ), рудероценози ( $r$ ) і фрутоценози ( $f$ ). Виявлено наступний розподіл насаджень: сільваценоз одноярусний – 2%, фрутоценоз – 1%, рудероценоз – 40%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності є наступною:

$$K_{FM} = \frac{S_{svI} \cdot b + S_r \cdot b + S_f \cdot b}{S}. \quad (4.6)$$

**Ділянка №6 (контроль)** розташована на віддалі 100 м від сміттєзвалища у пн.—зх. напрямку.

Тут зафіксовано сільваценози одноярусні ( $svI$ ), рудероценози ( $r$ ), фрутоценози ( $f$ ) і пратоценози ( $p$ ). Розподіл насаджень був наступним: сільваценоз одноярусний – 15%, фрутоценоз – 10%, рудероценоз – 20%, пратоценози – 30%. Формула коефіцієнту фітомеліоративної активності набуває наступного вигляду:



$$K_{FM} = \frac{S_{sv1} \cdot b + S_r \cdot b + S_f \cdot b}{S}. \quad (4.7)$$

Середні значення балів ( $b$ ) зеленої маси наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Середні значення балів ( $b$ ) зеленої маси (за В.П. Кучерявим, 2003)

Номер досліджуваної ділянки	Коефіцієнт фіто меліоративного покриття ( $K_{FM}$ )
Ділянка №1	4,5
Ділянка №2	4,0
Ділянка №3	5,0
Ділянка №4	5,5
Ділянка №5	2,1
Ділянка №6	6,55

Коефіцієнти фітомеліоративної ефективності досліджуваних ділянок сміттєзвалища, розраховані відповідно до формул (4.1-4.7), виявили диференціювання площ проєктивного вкриття ( $K_{FM}$ ):

- ділянка №1 (західний бік) –  $K_{FM} = 4,5$ ;
- ділянка №2 (північний бік) –  $K_{FM} = 4,0$ ;
- ділянка №3 (східний бік) –  $K_{FM} = 5,0$ ;
- ділянка №4 (південний бік) –  $K_{FM} = 5,5$ ;
- ділянка №5 –  $K_{FM} = 2,1$ ;
- ділянка №6 (контроль) –  $K_{FM} = 6,55$ .

Таким чином, поверхня досліджуваного сміттєзвалища придатна для проведення рекультиваційних робіт з метою зниження негативного впливу на довкілля.

## Висновки до Розділу 4

1. Аналіз фізико-хімічних досліджень субстратів показав, що на глибині 5 см спостерігалась найвищий рівень вологості (25%), причиною чого є вплив атмосферних опадів та висока водоутримуюча здатність. У горизонті на глибині 10 см вологість зменшується, а у горизонті 15 см спостерігалась значна сухість ґрунту. Вищий був і рівень органічних речовин і мікроелементів (N, P, K). Зменшення їх концентрацій на глибині 10 та 15 см пов'язане з активністю мікроорганізмів та перебігом біологічних процесів.

2. Аналіз вмісту іонів важких металів в неорельєфах сміттєзвалищ засвідчив присутність у значних концентраціях на ділянці із західного боку Бориславського сміттєзвалища: Fe (16,06-19,72 мг/кг), Cu (0,37-0,43 мг/кг), Cd (0,003-0,003 мг/кг). Там же вміст біогенних елементи наступний: Si (43-58,2 мг/кг), P (782,4-995,5 мг/кг), Ca (88,6-104,7 мг/кг), Mn (1,7-2,7 мг/кг). У субстраті дослідної ділянки східного боку Стрийського сміттєзвалища вміст іонів важких металів наступний: Fe (27,97-18,98 мг/кг), Ni (0,09-0,21 мг/кг), Zn (0,19-0,14 мг/кг), Pb (0,1-0,05 мг/кг), Al (21,6 мг/кг), P (718,1-652,5 мг/кг), Mn (3,5-2,5 мг/кг), Ga (0,01 мг/кг), La (0,04-0,02 мг/кг), Cr (0,013-0,009 мг/кг), Ge (0,214-0,551 мг/кг), Cd (0,02-0,014 мг/кг), Nd (0,037-0,017 мг/кг), Th (0,016-0,009 мг/кг).

3. Встановлено, що найбільш хімічно забрудненими є ділянки зі східного боку сміттєзвалищ. З токсичних елементів можемо виділити найбільшу наявність Pb (3,56-4,06 мг/кг), Zn (2,84-3,67 мг/кг) та Gd (0,021-0,033 мг/кг) з суттєвою різницею у відповідності до інших сторін сміттєзвалища. Щодо біогенних елементів, то зі сходу вміст був високим для - P (457,3-609,7 мг/кг), K (9,7-14,6 мг/кг), Ca (174,7-237,7 мг/кг), Ga (3,58-5,98 мг/кг) та La (1,09-1,24 мг/кг). Вміст слідів хімічних елементів, був зафіксований: Y (0,013-0,014 мг/кг), Cd (0,15-0,176 мг/кг), Sn (0,018-0,013 мг/кг), Nd (0,029-0,046 мг/кг), Eu (0,022-0,036 мг/кг) та Th (0,05-0,078 мг/кг), що свідчить також про те, що сміттєзвалища найбільш навантажені хімічними сполуками та важкими металами зі східної сторони.

4. Дослідження рослин-біоіндикаторів показали успішне проростання на північних та південних ділянках сміттєзвалищ, де менше забруднюючих речовин у ґрунті. З іншого боку, на східних та західних ділянках було помічено меншу кількість пророслих рослин, що може бути пов'язане з вищим рівнем забруднення ґрунту на цих ділянках.
5. Вивчення вмісту хімічних елементів в коренях дерев є важливим оскільки можна з отриманих даних вивчити аналіз і поширення забруднення. Рослини, які ростуть на забрудненій території Броницького сміттєзвалища повністю поглинають досліджувані важкі метали. Корені дерев максимально акумулюють важкі метали, чим спричиняють очищення субстрату на сміттєзвалищах та завдяки чому скорочується міграційний ланцюг забруднення.
6. Екологічні умови на сміттєзвалищах здійснюють негативний вплив на ріст і розвиток та фізіологічні показники рослин. Висота рослин на Броницькому сміттєзвалищі була меншою в 2 рази, порівняно з контрольною групою, що свідчить про знижений ріст рослин, швидкість фотосинтезу та розвиток кореневої системи.
7. Найвищий рівень концентрації сполук спостерігається в снігові, який розташований на південній стороні сміттєзвалища, поруч з полем та залізничним сполученням. У цих пробах були виявлені високі значення концентрації хлоридів, сульфатів, нітратів, кальцію, магнію, заліза та амонію.

Результати досліджень відображені у публікаціях [43, 54, 141, 142].

## ВИСНОВОКИ

На основі проведених досліджень фізико-хімічних властивостей субстратів, вмісту важких металів у неорельєфі, токсичності неорельєфу за даними тест-рослин, режиму вологості субстратів, температурного режиму, фізико-хімічних властивостей фільтратів, фізіологічної стійкості рослин та фізико-хімічних властивостей опадів (у вигляді снігу) на сміттєзвалищах туристично-рекреаційного комплексу Львівської області можна зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що вміст хімічних елементів у новоутворених субстратах на поверхні сміттєзвалищ не перевищує допустимих норм. Це є свідченням про відсутність додаткових потенційних джерел забруднення в зоні впливу сміттєзвалищ.
2. Вивчення інтенсивності росту і розвитку експериментальних тест-культур засвідчили про токсичність неорельєфу сміттєзвалищ. Найвища динаміка проростання спостерігалась у зразках із північних та південних ділянок. Найнижча динаміка росту і розвитку тест-культур зафіксована на східних та західних ділянках, що пов'язано з вищим рівнем забруднення субстрату.
3. Висока температура сприяє інтенсифікації розкладу органічної складової твердих побутових відходів, але водночас збільшує шкідливий вплив токсичних речовин. Середні температури маси сміттєзвалищ знаходяться в діапазоні +24°C +32°C. На Бориславському сміттєзвалищі, середня температура в межах +22°C +28°C. На Стрийському сміттєзвалищі дещо вища – від +24°C до +29°C. На Броницькому середня температура знаходилась у межах від +25°C до +32°C.
4. Встановлено значне забруднення іонами важких металів (Pb, Cd, Cu, Co) корневих систем дерев, які розвиваються на досліджуваних сміттєзвалищах: іонами Pb – *Acer negundo* L. (в 4 рази вище ГДК), *Populus nigra* L. (в 7,1 раз), на південному боці – *Fagus sylvatica* L. (в 1,1 раз), *Malus sylvestris* Mill. (в 7 раз), західній стороні – *Salix cinerea* L. (в 2,5 рази), *Carpinus betulus* L. (в 6 раз), на північному боці – *Malus sylvestris* Mill (в 2,5 рази), *Prunus spinosa* L. (в 3 рази), в

центральної частині – *Populus nigra* L. (в 1,5 рази), *Salix alba* L. (в 2 рази). Вміст іонів Cd перевищує нормативи з південного боку у *Fagus sylvatica* L. (в 1 раз), *Malus sylvestris* Mill. (в 2 рази), з західного боку в *Carpinus betulus* L. (в 1 раз), в центральній частині – *Salix alba* L. (в 8 раз), з південної сторони – *Malus sylvestris* Mill. (в 11 раз), з східної сторони у *Acer negundo* L. (в 4 рази), *Populus nigra* L. (в 8 раз). Вміст іонів Co перевищував норматив з західного боку у *Salix cinerea* L. (в 1 раз), з західного боку у *Carpinus betulus* L. (в 1,7 раз), з південного боку у *Malus sylvestris* Mill. (в 2 рази), з східного боку у *Populus nigra* L. (в 2 рази). Перевищення вмісту іонів Cu зафіксовано з західного боку в коренях *Carpinus betulus* L. (в 1 раз).

5. Рослини, які зростають на досліджуваних сміттєзвалищах, проявляють фізіологічну стійкість до умов середовища, зокрема вони більш адаптовані до впливу токсичних речовин, високих концентрацій розчинених солей. Це впливає і на їхні біометричні параметри. Висота рослин на Броницькому сміттєзвалищі була меншою в 2 рази, порівняно з контрольною групою. Ділянки, які були під прямими сонячним випромінюваннями, мали вищі значення росту рослин, швидкості фотосинтезу та розвитку кореневої системи порівняно з іншими ділянками, які були піддані впливу фотолізу. Ділянки, які були притінені вищою рослинністю проявляли нижчі значення фізіологічних показників.

6. Аналіз наявного на час дослідження рослинного покриву сміттєзвалища, показав диференціацію показників коефіцієнтів фітомеліоративної ефективності ( $K_{FM}$ ): ділянка №1 (західний бік) – 4,5; ділянка №2 (північний бік) – 4,0; ділянка №3 (східний бік) – 5,0; ділянка №4 (південний бік) – 5,5; ділянка №5 (центр) – 2,1 і ділянка №6 (контроль) – 6,55. Таким чином територія сміттєзвалища володіє фітомеліоративним потенціалом для проведення подальших рекультиваційних робіт з метою зниження негативного впливу на довкілля.

7. Проаналізовані у лабораторних умовах фізико-хімічні показники опадів (у вигляді снігу) на сміттєзвалищах, свідчать про забруднення атмосферних опадів шкідливими поллютантами. Звідси необхідним є прийняття заходів із забезпечення ефективного управління відходами та зменшення негативного впливу

сміттєзвалищ на довкілля. Особливо це стосується територій із об'єктами туристично-рекреаційної інфраструктури.

### Список використаної літератури:

1. Андрейцев В. І., Пустовойт М. А., Калиновський С. В. та ін. Екологічна експертиза: право та практика. Київ, 1992. 206 с.
2. Атлас Львівської області URL: [http://geoknigi.com/view\\_map.php?id=28](http://geoknigi.com/view_map.php?id=28)
3. Бабич О.В., Шуляк М.В. (2015). Біотехнології в охороні навколишнього середовища. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 322 с.
4. Барун М. В., Бессмертна Д. О. Вплив надзвичайних ситуацій воєнного характеру на навколишнє середовище. Дорожня карта реалізації Закону України «Про управління відходами». Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології: зб. матер. Націон. форуму (м. Київ, 24–25 листопада 2022 р.). К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2022. С.74–76.
5. Березюк О. В. «Регресійна залежність концентрації міді в ґрунтах при віддаленні від полігонів твердих побутових відходів», НаукПраці ВНТУ, вип. 3, Жов 2023.
6. Березюк О., Краєвський В., Березюк Л. Світові тенденції зменшення кількості сміттєзвалищ на прикладі США. Наукові праці Вінницького національного технічного університету. 1 (2020). Наукові праці ВНТУ.
7. Білозір М. Гроші з електронного сміття. Українські мрії та Європейські реалії. URL: <http://www.ukrpryroda.org/search/label/%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8>
8. Босак П., Луцик А., Король К. (2019). Екологічна характеристика річок у славському львівської області. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 20. 80-84. 2019. URL:<https://doi.org/10.32447/20784643.20.2019.11>
9. Винничук С.М. Генерування біогазу на землях, забруднених важкими металами: Монографія. Київ. Видавничий дім "Слово", 2018. 212 с.

10. Гардашук Т.В. Поводження з відходами як глобальна проблема // Матеріали Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». Київ, 2016.
11. Геренчук К. І. Природа Львівської області. Львів : Вид—во Львів. ун—ту, 1972. С. 150
12. Герман Т.Ю. (2019). Фітоекстракція в технології очищення ґрунтів від важких металів. Монографія. Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2019. 300 с. 41.
13. Гончаренко, В.Ф. (2019). Використання біоіндикації у моніторингу якості навколишнього середовища. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Екологія, 281(1), 123-129.
14. Грибовицьке сміттєзвалище «законсервували» вже на 75%. Львівський портал. Новини Львова.
15. Гринь Т.А., Копиленко Ю.В. Аналіз вмісту важких металів у ґрунті та рослинах зональних ландшафтів України // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Біологія. 2017. 3 (71). С. 48-53.
16. Гуменюк Г. Д. Поводження з відходами: вимоги Європейського Союзу і законодавства України. Стандартизація, сертифікація, якість. 2015. 3. С.26-29.
17. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування».
18. Департамент екології та природних ресурсів Львівської Обласної Державної адміністрації. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologicznyj-pasport/>
19. Дзядусь Д., Романська Р. Сміттєва криза – виклик людству. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Переяслав, 28 лютого 2023 р.) 91, с.161-164.
20. Довкілля Львівської області. Статистичний збірник. За ред. Г. Корисько. Львів, 2018. 128 с.



21. ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт». URL: [http://document.ua/ohoronaprirodi\\_povodzhennja-z-vidhodami\\_tehnichnii-paspor-nor11387.html](http://document.ua/ohoronaprirodi_povodzhennja-z-vidhodami_tehnichnii-paspor-nor11387.html)
22. ДСТУ 8606–1:2015. Вода природних джерел. Захист від забруднювання. Частина 1. Основні положення. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc—page.html?id\\_doc=73820](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc—page.html?id_doc=73820)
23. Екологічна ситуація. Львівська міська рада. URL: <https://cityadm.lviv.ua/lmr/ecology>
24. Екологічний атлас Львівщини. Клімат URL: [http://www.ekologia.lviv.ua/file/stan\\_nps/atlas/atlas\\_2007.pdf](http://www.ekologia.lviv.ua/file/stan_nps/atlas/atlas_2007.pdf)
25. Екологічний паспорт – Департамент екології та природних ресурсів Львівської Обласної Державної адміністрації. Департамент екології та природних ресурсів Львівської Обласної Державної адміністрації –
26. Закону України Про управління відходами від 31.03.2023.
27. Іванюта С. Про організацію поводження з відходами, що утворились внаслідок війни / Національний інститут стратегічних досліджень, 2023.
28. Історія львівського сміття. Громадське телебачення – Останні новини дня, всі надзвичайні новини в Україні. URL: [https://hromadske.ua/special/istoriya\\_lvivskogo\\_smittyu](https://hromadske.ua/special/istoriya_lvivskogo_smittyu).
29. Костенко А., Нікула Р., Вашкулат М. (2004). Поводження з побутовими і сільськогосподарськими відходами з позиції санітарних вимог. Журн. Довкілля та здоров'я, 2004. 4(23). С.34-38.
30. Картавий А. Г. Аналітична модель розробки логістичної системи в програмах поводження з відходами. Вісник Національного транспортного університету. 2011. № 23. С. 124-130.
31. Кінчеші К. (2018). Вплив сміттєзвалища на туристично—рекреаційні об'єкти": матеріали III міжнародної науково—практичної конференції "Екологічна безпека, як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід та перспективи". Львів: ЛДУБЖД, 2018. 276 с.

32. Кінчеші К., Кінчеші О., Куцериб Т. Фоновий моніторинг, його роль в існуванні природних і техногенних екосистем. Збірник наукових праць молодих учених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Дрогобич. 1. 2012. 552 с. (444 с.)
33. Койонова І., Рожко І. Сучасний стан поводження з використаними батарейками у м. Львові. Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології. Зб. матеріалів Національного форуму 4-5 листопада 2014 року в м. Києві. Київ Центр екологічної освіти та інформації, 2014. С. 122-124
34. Корбут М. Б., Мальований М. С., Давидова І. В., Скиба Г. В. Оцінювання впливу звалищ твердих побутових відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій (на прикладі полігону Житомирської територіальної громади). Науковий вісник НЛТУ України (2023). 33(3).  
URL:<https://doi.org/10.36930/40330306>
35. Корнієнко І. В., Кошма А. І. Стан і напрями розв'язування проблеми утилізації екологічно-небезпечних побутових відходів. Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. Чернігів : ЧДІЕУ, 2012. № 1(3). С. 122–127
36. Король К. (2019). Екологічна небезпека складування відходів на території рекреаційних об'єктів. Матеріали Міжнародної науково—практичної конференції "Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекотології та фітомеліорації з нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого. Львів 2019 р. 249 с.
37. Король К. (2019). Проблеми твердих побутових відходів в туристично-рекреаційній галузі Львівської області. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу". Львів, 2019 р. 95 с.
38. Король К., Мальченко І. (2023). Стан атмосферного повітря в зоні впливу сміттєзвалища села Страхолісся. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний молодіжний конгрес, 02—03 березня 2023, Україна, Львів.

Збірник матеріалів Львів. Національний університет «Львівська політехніка», 2023. 154 с. (36с.)

39. Король К., Попович В. (2020). Екологічна небезпека нагромадження відходів на території сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. I Всеукраїнська науково—практична конференція з міжнародною участю "Екологія. Довкілля. Енергозбереження" 3–4 грудня 2020 рік.

40. Король К., Попович В. Фізико-хімічні властивості едафотопів у зоні впливу Броницького сміттєзвалища рекреаційного комплексу Львівської області. Матеріали II Міжнародного наукового симпозіуму "Сталий розвиток – стан та перспективи". Львів - Славське, Україна 2020 р.

41. Король К., Попович В.В. Екологічна небезпека побутових відходів на території туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика". Хмельницький, 2019 р. 19 с.

42. Король К., Хомутник З. Вплив відходів фармацевтичної продукції на стан довкілля. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний молодіжний конгрес, 02—03 березня 2023, Україна, Львів: Збірник матеріалів Львів. Національний університет «Львівська політехніка», 2023. 154 с. (30с.).

43. Король К.А. (2022). Фізико-хімічні властивості талого снігу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. Екологічні науки. 2(41). 171-178. URL:<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.30>

44. Котяш І., Король К. Екологічна проблема сміттєзвалищ на території України. Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення. Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Львів: ЛДУ БЖД, 2022. 568 с.

45. Крок Б. Радиационный и тепловой режимы. Биогеоценотический покров Бескид и его динамические тенденции. Київ. Наук. думка, 1983. С. 104–126.

46. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. 2-ге вид. Львів : Світ, 2001, 500 с.
47. Кучерявий В. Урбоекологія, фітомеліорація: витоки і шляхи розвитку. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2011. 2. С. 25—30. URL:[http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp\\_2011\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2011_2_7)
48. Кучерявий В.П., Попович В. Полігони твердих побутових відходів Західного Лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації. Науковий вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. праць. Львів. РВВ НЛТУ України. 2012. 22(2). С. 56-66.
49. Львів завершив проект рекультивації Грибовицького сміттєзвалища обсягом EUR18 млн і планує створення парку на його місці – віцемер. Головна Енергореформа. URL: <http://reform.energy/news/lviv-zavershiv-proektrekultivatsii-gribovitskogo-smitezvalishcha-obsyagom-eur18-mln-i-planuestvorennya-parku-na-yogo-mistsi-vitsemer-21010>
50. Майоров О. О., Матюха М. А. Управління відходами в Україні: проблеми та перспективи. Київ: Логос, 2018.
51. Мальований М., Бойчишин Л., Жук В., Горбач В., Решетняк О., Серета А., Слюсар В. Двостадійна аеробнореагентна технологія очищення інфільтратів сміттєзвалищ. Сталий розвиток – стан та перспективи: Матеріали Міжнародного наукового симпозіуму SDEV'2018 (28 лютого – 3 березня 2018 року, Львів-Славське, Україна). Львів, 2018. 147-150.
52. Монастирський В. Аналіз компонентної структури ландшафтів Прибескидського Передкарпаття. Природні і антропогенні ландшафти у сфері природокористування. Наукові записки. 1. 2010.
53. Мороз О.І. (2017). Аналіз перспектив аеробного очищення інфільтратів сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. Науковий вісник НЛТУ України. 27(3). 83-88.
54. Мотрич С.І., Король К.А., Попович В.В. Чинники впливу Броницького сміттєзвалища львівської області на регіональну екологічну безпеку. Екологічні науки. 1(28) С. 378 URL:<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.28>

55. Назарук М. М. Соціоекологія словник-довідник. Львів, 1998.
56. Наказ державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 29.02.1996 р. № 89, «Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96».
57. Наказ Міністерство Охорони Здоров'я України від 13.05.2013 № 368 Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах".
58. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні : Звіт про існуючу ситуацію в секторі та стратегічні питання. Київ, 2004. 220 с.
59. Пекарюк Т., Король К. Вплив військових дій на об'єкти природоохоронних територій та його наслідки. Відновлення довкілля України внаслідок збройної агресії росії. Збірник тез доповідей Круглого столу (м. Львів, 17 березня 2023 року.) 2023. с. 120
60. Переробка відходів в розвинених країнах світу. URL: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka—vidhodiv—v—rozvinenih—krayinah—svitu/>
61. Пластикове забруднення на острові Тріндаді: геологічні наслідки людської діяльності. Цікавості. URL: <https://cikavosti.com/plastykovi-vidhodyutvoryuyut-skeli-bilya-beregiv-brazyliyi/>.
62. Попович В. В. Девастовані ландшафти в зоні нагромадження твердих побутових відходів і їх фітомеліорація. Наук. вісник НЛТУ України. Зб. наук.—техн. праць «Ландшафтна архітектура і сучасність». 2013. 23(9). С. 376—380.
63. Попович В. В. Дендрофлора у зоні впливу Львівського міського полігону твердих побутових відходів. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2013. 1 (31). С. 23-26.
64. Попович В. В. Екологічна структура та закономірності розвитку водної та прибережно-водної рослинності техногенних водойм сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів у межах Західного Лісостепу України. Науковий

вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. 2012. 22(13) С. 106—113.

65. Попович В. В. Екологічні особливості накопичення нітратів рослинами, що зростають у зоні впливу Львівського міського сміттєзвалища. Наукові праці Лісівничої академії наук : зб. наук. праць. 2014. 12. С. 188-193.

66. Попович В. В. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на Луцькому сміттєзвалищі у ранній весняний період. Проблеми екологічної біотехнології. 2014. 2. С. 1-12.  
URL:<http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/7420>

67. Попович В. В. Макроміцети Львівського міського полігону твердих побутових відходів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2013. 2 (62). С. 111—117.

68. Попович В. В. Особливості взаємовпливу вітрового режиму, турбулентності, вологості субстрату та фітомеліоративних процесів на поверхні сміттєзвалища. Збірник УкрНДІЛГА "Лісівництво і агролісомеліорація". 2014.

69. Попович В. В. Поводження із твердими побутовими відходами (вітчизняний та зарубіжний контекст) / В. В. Попович // Науково—технічний збірник : «Комунальне господарство міст». – 2012. — № 105. – С. 476-482.

70. Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів у вироблених кар'єрах, ярах, траншеях і особливості їх фітомеліорації. Науковий вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. 2012. 22(11). С. 119-128.

71. Попович В. В. Система роздільного збору сміття та її вплив на процеси деструкції на полігонах твердих побутових відходів. Науковий вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. праць. (Львів, РВВ НЛТУ України) 2012. 22(7). С. 49—57.

72. Попович В. В. Температурний режим техноедафотопів сміттєзвалищ та його вплив на природні фітомеліоративні процеси. Наукові праці Лісівничої академії наук. зб. наук. праць. 2013. 11. С. 168—171.

73. Попович В. В., Придатко О. В., Сичевський М. І., Попович Н. П., Панасюк М. А. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто – сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27 (10). С. 73–76.
74. Попович В. Вплив техноедафотопів сміттєзвалищ на природні фітомеліоративні процеси. Наук. вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. «Лісівництво та декоративне садівництво». Київ. 2013. 187(1). С. 339—347.
75. Попович В. Екологічна небезпека фільтраційних водойм сміттєзвалищ. Збірник наукових праць. «Вісник ЛДУБЖД». 2015. 12. С. 77—84.
76. Попович В. Залежність радіаційного фону від природних фітомеліоративних процесів на полігоні твердих побутових відходів. Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць. 2012. 10. С. 183—190.
77. Попович В. Макроміцети сміттєзвалищ як біоіндикатори стану техногенного едафотопу. Біологічний вісник МДПУ. 2012. 3. С. 59—70.
78. Попович В. Особливості використання транспортних засобів під час транспортування, сортування, утилізації та фітомеліорації твердих побутових відходів. Науковий вісник НЛТУ України. Зб. наук.—техн. праць (Львів, РВВ НЛТУ України). 2012. Вип. 22(10). С. 90—96.
79. Попович В. Пожежна небезпека стихійних сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. Пожежна безпека зб. наук. праць. 2012. 21. С. 140—147.
80. Попович В. Природні фітомеліоративні процеси на Львівському міському полігоні твердих побутових відходів. Збірник УкрНДЦЛГА "Лісівництво і агролісомеліорація". 2012. 120. С. 80—86.
81. Попович В. Фізико-механічні властивості едафотопів довкола техногенних водойм сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів у межах Західного Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. Праць (Львів:РВВ НЛТУ України). 2012. 22(14). С. 106-110.

82. Попович В. Фітомеліорація як засіб виведення сміттєзвалищ із експлуатації Збірник наукових праць «Вісник ЛДУБЖД». 2015. 11. С. 126-130.
83. Попович В., Домінік А. Особливості температурного поля сміттєзвалищ. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст. Серія: Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика». 2015. 120 (1). С. 209-212.
84. Попович В., Ворохта Ю. Екологічні проблеми депонування твердих побутових відходів на сміттєзвалищах та особливості перебігу фітомеліоративних процесів. Наук. вісник НЛТУ України. зб. наук.-техн. праць. 2014. 24.6. С. 103-109.
85. Попович В., Гвоздь В. Продукти горіння сміття із підвищеним вмістом полімерних матеріалів. Зб. наук. праць «Пожежна безпека». 2013. 22. С. 209-214.
86. Попович В., Кучерявий В. (2015). Екологічна небезпека фільтраційних водойм сміттєзвалищ. Вісник ЛДУБЖД. 12. 77—84.
87. Попович В., Кучерявий В. Вплив продуктів горіння полігонів твердих побутових відходів на організм людини та біоту. Пожежна безпека. Зб. наук. праць. 2012. 20. С. 60-66.
88. Попович В., Кучерявий В. Горіння полігонів твердих побутових відходів як загроза здоров'ю людини та фактор техногенного навантаження на довкілля. Науково-теоретичний, науково-практичний журнал. «Вісник ДДАУ» 2012. 1. С. 162-166.
89. Попович В., Перепелиця А., Квічка А. Поводження із небезпечними побутовими відходами та особливості їх депонування на сміттєзвалищах. Наук. вісник НЛТУ України. Зб. наук.-техн. праць. 2013. 23(13). С. 155—160.
90. Попович В.В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації. дис. д.т.н. 21.06.01 Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, 2017. 530 с.
91. Попович В.В., Попович Н.П., Босак П.В. Моніторинг надзвичайних ситуацій Львівської області, пов'язаних із пожежами на об'єктах із



- складуванням відходів. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2021. № 2(10). С. 32–38. URL: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.2.32-38>
92. Попович Н. П., Мальований М. С., Попович В. В. Підвищення регіональної екологічної безпеки шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами. Науково-практичний журнал: «Екологічні науки». 2018. №1(20), Т.2, С.11-14
93. Постанова Кабінету Міністрів України від 08.08.2023 р. № 835 Про затвердження Правил надання послуги з управління побутовими відходами та типових договорів про надання послуги з управління побутовими відходами.
94. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР : станом на 31 берез. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text>
95. Про комплекс заходів щодо вдосконалення проведення моніторингу довкілля та державного регулювання поводження з відходами в Україні : рішення Ради національної безпеки й оборони України від 25 квітня 2013 р. URL:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0005525—1>
96. Про стан виконання законодавства у сфері поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення : постанова Верховної Ради України від 06.10.2005 р. № 2967-IV. Відомості Верховної Ради України. 2005. № 49. С. 525.
97. Програма поводження з небезпечними відходами в Львівській області URL:<https://deplv.gov.ua/programa—povodzhennya—z—nebezpechnymy—v/>
98. Прокіп А. В. Еколого-економічна оцінка заміщенн невідновлюваних енергоресурсів біологічно відновлюваними. Львів. 2010. 212 с.
99. Радовенчик В., Гомеля М. Тверді відходи: збір, переробка, складування Київ. 2010. 552 с.
100. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування // В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля / Навчальний посібник. — К.: Кондор, 2010. — 552 с
101. Ровенчак І. Місто Львів на географічних картах XIV ст. Історія української географії. 2013. Вип. 27. С. 143–150.
102. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року.

103. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 січня 2013 р. № 22-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки»
104. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування. Київ: ПРООН/МПВСР, 2011. 48 с.
105. Стан довкілля у Львівській області у 2020 року. Департамент екології та природних ресурсів. Львівська облдержадміністрація. 2021. 40 с.
106. Стан довкілля у Львівській області інформаційно – аналітичний огляд II квартал 2021 року URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/08/Analit—Kvartalnyj—oglyad—4—kv.pdf>
107. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki—diyalnosti/zhkh/terretory/stan—sfery—povodzhennya—z—pobutovymy—vidhodamy—v—ukrayini—za—2020—rik—2/>
108. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік <https://www.minregion.gov.ua/napryamki—diyalnosti/zhkh/terretory/stan—sfery—povodzhennya—z—pobutovymy—vidhodamy—v—ukrayini—za—2020—rik—2/>
109. Український гідрометеорологічний центр. URL: [http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/](http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/)
110. Утворення та поводження з відходами у Львівській області у 2020 році URL: [http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/st\\_inf.php?221010012883](http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/st_inf.php?221010012883)
111. Філяк О., Кінчеші К., Кецмур М. Біологічна реабілітація територій забруднених нафтопродуктами. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства". Львів: ЛДУ БЖД, 2012. 385 с.
112. Шаблій О.І. Соціально-економічна географія України / О.І. Шаблій. Львів: Світ, 1994. 608 с.

113. Шмандій В. М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти) : дис. ... докт. техн. наук: 21.06.01 «Екологічна безпека» / Володимир Михайлович Шмандій. Харків, 2003. 356 с
114. Щокін А. Колесник Ю. Перспективи виробництва і застосування біопалива в Україні. Електронний журнал енергосервісної компанії «Екологічні системи». 2003.
115. Abiriga D., Vestgarden S., Klempe H. (2020) Groundwater contamination from a municipal landfill: Effect of age, landfill closure, and season on groundwater chemistry *Science of the Total Environment*, 737 URL:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140307>
116. Adamcova D., Radziemska M., Ridoskova A., Barton S., Pelcova P., Elbi J., Kunicky J., Brtnicky M., Vaverkova M. D. (2017). Environmental assessment of the effects of a municipal landfill on the content and distribution of heavy metals in *Tanacetum vulgare* L. *Chemosphere*, 185, 1011—1018. URL:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.07.060>
117. Adelopo A.O., Haris P.I., Alo B.I., Huddersman K., Jenkins R.O. (2018). Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors *Waste Management*, 78 URL:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.040>
118. Akanchise T., Boakye S., Borquaye L. S., Dodd M., Darko G. (2020). Distribution of heavy metals in soils from abandoned dump sites in Kumasi, Ghana. *Scientific African*, 10, 00614. URL:<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00614>
119. Alam R., Ahmed Z., Howladar M.F. (2019) Evaluation of heavy metal contamination in water, soil and plant around the open landfill site Mogla Bazar in Sylhet, Bangladesh, *Groundwater for Sustainable Development*, URL: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100311>
120. Argun M., Akkuş M., Ateş H. (2020). Investigation of micropollutants removal from landfill leachate in a full—scale advanced treatment plant in Istanbul city, Turkey. *Science of the Total Environment*, 748 URL:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141423>

121. Bakhshoodeha R., Alavib N., Oldhama C., Santosd R., Babaeie A., J. Vymazalg, Paydary P. (2020). Constructed wetlands for landfill leachate treatment: A review. *Ecological Engineering*, 146 URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105725>
122. Bilardi S., Calabrò P., Greco R., Moraci N. (2018). Selective removal of heavy metals from landfill leachate by reactive granular filters. *Science of the Total Environment*, 644 URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.353>
123. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv—Volyn coal basin. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical*. 2(440). 48—54. URL:<https://doi.org/10.32014/2020.2518—170X.30>
124. Burakov A.E., Galunin E.V., Burakova I.V., Kucheriva A.E., Agarwal S., Tkachev A.G., Gupta V. Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purpose: A review// *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2018. Vol.148.Pp.702-712.
125. Businelli D., Massaccesi L., Said—Pullicino D., Gigliotti G. (2009). Long—term distribution, mobility and plant availability of compost—derived heavy metals in a landfill covering soil. *Science of the total environment*, 407, 1426—1435. URL:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.052>
126. Calabrò P.S., Gentili E., Meoni C., Orsi S., Komilis D. (2018). Effect of the recirculation of a reverse osmosis concentrate on leachate generation: A case study in an Italian landfill. *Waste Management* URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.007>
127. Chand, P.; Pakade, Y.B. Synthesis and characterization of hydroxyapatite nanoparticles impregnated on apple pomace to enhanced adsorption of Pb(II), Cd(II), and Ni(II) ions from aqueous solution. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2015, 22, 10919-10929.
128. Deng M., Kuo D., Wu Q., Zhang Y., Liu X., Liu S., Hu X., Mai B., Liu Z., Zhang H. 2018. Organophosphorus flame retardants and heavy metals in municipal

landfill leachate treatment system in Guangzhou, China. *Environmental Pollution*, 236 URL:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.042>

129. Esfahani A., Zhai L., Sadmani A. (2021). Removing heavy metals from landfill leachate using electrospun polyelectrolyte fiber mat—laminated ultrafiltration membrane. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 URL:<https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105355>

130. Francisca F.M., Glatstein D.A. (2019). Environmental application of basic oxygen furnace slag for the removal of heavy metals from leachates, *Journal of Hazardous Materials* URL:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121294>

131. Ganeval G., Zozikova E.(2007). Effect of increasing Cu<sup>2+</sup> concentrations on growth and content of free phenols in two lines of wheat (*Triticum aestivum*) with different tolerance. *Gen. Appl. Plantphysiology*, 2007. 33(1–2). 75–82.

132. Gautam M., Agrawal M. (2019). Identification of metal tolerant plant species for sustainable phytomanagement of abandoned red mud dumps. *Applied Geochemistry*, 104, 83—92. URL:<https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.03.020>

133. Grechanik R., Malovanyy M., Korbut M., Petrushka K., Luchyt L., Boyko R., Synelnikov S., Bordun I. (2023). Environmentally safe reclamation of solid waste landfills. *Environmental Problems*. 2023. URL:<https://doi.org/10.23939/ep2023.01.047>

134. Gryko, K.; Kalinowska, M.; Swiderski, G. The Use of Apple ' Pomace in Removing Heavy Metals from Water and Sewage. *Environ. Sci. Proc.* 2021, 9, 24.

135. Hassana A., Pariatambya A., Ossaia I., Hamid F. (2020). Bioaugmentation assisted mycoremediation of heavy metal and metalloid landfill contaminated soil using consortia of filamentous fungi *Biochemical Engineering Journal* 157 URL:<https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107550>

136. Hussein M., Yoneda K., Mohd—Zaki Z., Amir A., Othman N. (2019). Heavy Metals in Leachate, Impacted Soils and Natural Soils of Different Landfills in Malaysia: An Alarming Threat, *Chemosphere*, URL:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.1288741>

137. International atomic energy agency, *Underground Disposal of Radioactive Wastes: Basic Guidance*, Safety Series No. 54, IAEA, Vienna (1970).
138. Karabyn V., Popovych V., Shainoha I., Lazaruk Y. (2021). Long—term monitoring of oil contamination of profile-differen-tiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-an-gas bearing area. *Petroleum and Coal*. 61(1). 81—89.
139. Kasassi A., Rakimbei P., Karagiannidis A., Zabaniotou A., Tsiouvaras K., Nastis A., Tzafeiropoulou K. (2008). Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. *Bioresource Technology*, 99, 8578—8584. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.010>
140. Korbut M., Malovanyy M., Davydova I., Grechanik R., Tymchuk I., Popovych O. (2021). Assessment of the condition of pine plantations in the area of influence of municipal waste landfills on the example of the Zhytomyr Landfill, Ukraine. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2021. URL:<https://doi.org/10.12912/27197050/1394111>
141. Korol K., Popovych V. (2023). Spectral analysis method for distinguishing heavy metals pollution in the pioneer vegetation of landfills located within the prikarpatian geobotanical district of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. 24(1) 29-37  
URL:<https://doi.org/10.12912/27197050/154910>
142. Korol K., Popovych V., Pinder V., Shyplat T., Bosak P. (2022). Chemical content of landfill neoreliefs in the territory of the subcarpathia forestry district of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering* 2022. URL:<https://doi.org/10.12911/22998993/153457>
143. Laura Guardia, Loreto Suarez, m Nausika Querejeta, Roberto Rodriiguez Madrera. *Apple Waste: A Sustainable Source of Carbon Materials and Valuable Compounds*. Instituto Nacional del Carbon (INCAR-CSIC). Francisco Pintado Fe 26, 33011 Oviedo, Spain Yahya M.A., Al-Qodah Z., Zanariah Ngah C.W. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,2015, vol. 46, pp.218-235.
144. *Leachate Characterization and Assessment of Groundwater Pollution*

145. Li R., Li L., Zhang Z., Chen G., Tang Y. 2021. Limiting factors of heavy metals removal during anaerobic biological pretreatment of municipal solid waste landfill leachate Hazardous Materials, 416  
URL:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126081>
146. Liu S., Xi B., Qiu Z., He X., Zhang H., Dang Q., Zhao X., Li D. (2019). Succession and diversity of microbial communities in landfills with depths and ages and its association with dissolved organic matter and heavy metals Science of the Total Environment, 651 URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.267>
147. Madubedube A., Coetzee S., Rautenbach V. (2021). A Contributor-Focused Intrinsic Quality Assessment of Open Street Map in Mozambique Using Unsupervised Machine Learning. ISPRS Int. J. Geo—Inf. Pretoria, 2021. № 10. 156. URL:<https://www.mdpi.com/22209964/10/3/156>
148. Malovanyy M., Korbut M., Davydova I., Tymchuk I. (2021). Monitoring of the Influence of Landfills on the Atmospheric Air Using Bioindication Methods on the Example of the Zhytomyr Landfill, Ukraine. Journal of Ecological Engineering. 2021. URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/137446>
149. Malovanyy M., Zhuk V., Tymchuk I., Grechanik R., Sliusar V., Vronska N., Marakhovska A., Sereda A., Malovanyy M., Zhuk V., Tymchuk I., Grechanik R., Sliusar V., Vronska N., Marakhovska A., Sereda A. (2023). Pilot-Scale Modelling of Aerated Lagoon Technology for the Treatment of Landfill Leachate: Case Study Hrybovychi Plant. Environment and Natural Resources Journal. 2023. URL:<https://doi.org/10.3256/21/202200103>
150. МЕТЕОPOST: Архів погоди. Статистика погоди. Клімат. URL: <http://meteopost.com/weather/archive/>
151. Mukhopadhyay S., Chakraborty S., Bhadoria P.B.S., Li B., Weindorf D. C. (2020). Assessment of heavy metal and soil organic carbon by portable X—ray fluorescence spectrometry and NixPro™ sensor in landfill soils of India. Geoderma Regional, 20, 00249. URL:<https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e00249>

152. Near Municipal Solid Waste Landfill Site / S. Mor et al. Environmental Monitoring and Assessment. 2006. Vol. 118, no. 1-3. P. 435–456. URL: <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1505-7>
153. Oka M., Fujii Y., Soda S., Ishigaki T., Machimura T., Ike M. (2017). Removal of heavy metals from synthetic landfill leachate in lab—scale vertical flow constructed wetlands. Science of the Total Environment, 9. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.112>
154. Oziegbe O., Oluduro A.O., Oziegbe E.J., Ahuekwe E.F., Olorunsola S.J. (2021). Assessment of heavy metal bioremediation potential of bacterial isolates from landfill soils. Saudi Journal of Biological Sciences. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.072>
155. Pastor J., Hernández A.J. (2012). Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact. Journal of Environmental Management, 95, S42—S49. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.048>
156. Petlovanyi M. V., Zubko S. A., Popovych V. V., Sai K.S. (2020). Physicochemical mechanism of structure formation and strengthening in the backfill massif when filling underground cavities. Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii, 2020, No. 6, pp. 142—150. URL: <https://doi.org/0.32434/0321—4095—2020—133—6—142—150>
157. Popovych V., Malovanyy M., Prydatko O., Popovych N., Petlovanyi M., Korol K., Lyn A., Bosak P., Korolova O. (2021). Technogenic impact of acid tar storage ponds on the environment: a case study from Lviv, Ukraine. Ecologia Balkanica. 2021. 13(1) 35-44
158. Popovych V., Petrushka I., Stepova K., Korol K., Popovych N. (2021). Solid waste management as part of sustainable development of Lviv (Ukraine). Ecological
159. Popovych V., Stepova K., Prydatko O. Environmental hazard of Novoyavorivsk municipal landfill. MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 247. P. 00025. URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824700025>



160. Popovych, V., Stepova, K., Voloshchyshyn, A., Bosak, P. (2022). Physico-chemical properties of soils in Lviv Volyn coal basin area. E3S Web of Conferences, 105, 02002. URL:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>
161. Ray S., Mishra A., Kalamdhad A. (2021). Evaluation of equilibrium, kinetic and hydraulic characteristics of Indian bentonites in presence of heavy metal for landfill application. Journal of Cleaner Production, 317 URL:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128396>
162. Souza W., Rodrigues W., Filho M., Alves J., Oliveira T. (2018). Heavy metals uptake on *Malpighia emarginata* D.C. seed fiber microparticles: Physicochemical characterization, modeling and application in landfill leachate Waste Management, 78 P. 356–365 URL:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.004>
163. Storoshchuk U., Malovanyy M., Tymchuk I., Luchyt L. (2021). Analysis of the main methods of solid waste management. Environmental Problems. 2021. URL:<https://doi.org/10.23939/ep2021.04.238>
164. Suchecka T., Lisowski W., Czykwin R., Piatkiewicz W. Landfill leachate: water recovery in Poland. Filtration & Separation. 2006. Vol. 43, no. 5. P. 34–38. URL: [https://doi.org/10.1016/s0015-1882\(06\)70891-6](https://doi.org/10.1016/s0015-1882(06)70891-6)
165. Suna D., Honga X., Cuic Z., Dua Y., Huid K., Zhua E., Wub K., Hui K. (2019). Treatment of landfill leachate using magnetically attracted zero—valent iron powder electrode in an electric field. Journal of Hazardous Materials URL:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121768>
166. Telak O., Popovych V., Zachko O., Korol K. (2020). Physico—chemical properties of peatland located in the impact zone of municipal landfill. 5th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2020 URL:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017402006>
167. URL: <http://jkg—portal.com.ua/ua/publication/one/vdkhodi—kinuli—viklik—rozvinenim—krajnam—37385>
168. URL:<https://portal.lviv.ua/news/2022/05/31/hrybovyske-smittiezvalyshchezakonservuvaly-vzhe-na-75>

169. Wang P., Wu D., You X., Li W., Xie B. (2019). Distribution of antibiotics, metals and antibiotic resistance genes during landfilling process in major municipal solid waste landfills. *Environmental Pollution*, 255 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113222>
170. Wang P., Wu D., You X., Su Y., Xie B. (2021). Antibiotic and metal resistance genes are closely linked with nitrogen-processing functions in municipal solid waste landfills *Journal of Hazardous Materials*, 403 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123689>
171. Wang Q., Ko J.—H., Liu F., Xu Q. (2021). Leaching characteristics of heavy metals in MSW and bottom ash co—disposal landfills. *Journal of Hazardous Materials*, 416 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126042>
172. Xu S., Zeeshan M., Qasim M., Zhang T., Wang R., Li C., Ge S. (2021). Diversity, abundance and expression of the antibiotic resistance genes in a Chinese landfill: Effect of deposit age. *Journal of Hazardous Materials*, 417 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126027>
173. Yaoa J., Konga Q., Qiua Z., Chena L., Shenc D. (2019). Patterns of heavy metal immobilization by MSW during the landfill process. *Chemical Engineering Journal*, 375 URL: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122060>
174. Zeng D., Chen G., Zhou P., Xu H., Qiong A., Duo B., Lu X., Wang Z., Han Z. (2021). Factors influencing groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in the Qinghai—Tibetan plateau. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211 URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111913>
175. Zhao W., Luo L., Wang H., Fan M. Synthesis of Bamboo-Based Activated Carbons with Super-High Specific Surface Area for Hydrogen Storage // *BioResources*, 2017. Vol. 12.N1. Pp.1246-1262.

**ДОДАТКИ**

**Додаток А. Утворення та поводження з відходами I - IV класів небезпеки за категоріями матеріалів у 2020 році [56]**

<b>Вид відходів</b>	<b>Утворено, тис. т</b>	<b>Утилізовано, тис. т</b>	<b>Спалено, тис. т</b>	<b>Видалено, тис. т</b>
Використані розчинники	2,4	0,9	1,0	0
Відходи кислот, лугів чи солей	392,7	96	3,4	274,1
Відпрацьовані оливи	19,3	12,1	2,5	0,6
Хімічні відходи	663,2	2,8	1,2	642,5
Осад промислових стоків	3462,1	253,5	0,1	338,4
Шлами та рідкі відходи очисних споруд	860,6	62,4	0,1	152,8
Відходи від медичної допомоги та біологічні	1,1	0,1	1,4	0
Відходи чорних металів	2491,9	1924,3	1,5	1,9
Відходи кольорових металів	24,3	5,4	0	0
Змішані відходи чорних та кольорових металів	10,3	0	0	0
Скляні відходи	21,0	7,1	0	0,4
Паперові та картонні відходи	140,8	0	0,3	4,3
Гумові відходи	19,9	1,2	0,1	0,1
Пластикові відходи	40,8	15,1	0,3	3,2
Деревні відходи	750,1	62,8	343,6	21,1
Текстильні відходи	21,9	0,9	0,1	1,1
Відходи, що містять поліхлордифеніли	0,2	–	–	0
Непридатне обладнання	5	0,8	0,1	0,2
Непридатні транспортні засоби	1	0	–	–
Відходи акумуляторів та батарей	4,2	29,0	–	0,0
Відходи тваринного походження та змішані харчові відходи	405,4	203,4	4,5	1,9

Відходи рослинного походження	6101,8	1502,5	480,2	15,5
Тваринні екскременти, сеча та гній	3651,6	2614,0	–	52,7
Побутові та подібні відходи	6605,7	16,6	283,8	6589,9
Змішані та недиференційовані матеріали	10798,2	1459,9	0,9	2834,8
Залишки сортування	62,3	1,6	0	17,3
Звичайний осад	513,1	40,6	–	209,8
Мінеральні та змішані відходи будівництва	975,5	387	0	1109,9
Інші мінеральні відходи	265739,8	68755,2	0,1	138932,8
Відходи згоряння	12901,5	4070,1	0	7133,9
ґрунтові відходи	367,3	80,9	0	156,8
Пуста порода від днопоглиблювальних робіт	45028,0	11913	0,0	33478,6
Затверділі, стабілізовані або засклянілі відходи; мінеральні відходи, що утворюються після переробки	49,1	0,4	0,1	10,3
<b>Всього</b>	<b>462373,5</b>	<b>100524,6</b>	<b>1008,0</b>	<b>275985,3</b>

## Додаток Б. Точки відбору та посіву рослин

№	Горизонт відбору	Рослина	Точка відбору
1	Північ 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
2	Схід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
3	Південь 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
4	Захід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
5	Північ 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Броницьке сміттєзвалище
6	Схід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Броницьке сміттєзвалище
7	Південь 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Броницьке сміттєзвалище
8	Захід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Броницьке сміттєзвалище
9	Північ 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
10	Схід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
11	Південь 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
12	Захід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Броницьке сміттєзвалище
13	Північ 10 см.	<i>Sinapis</i>	Броницьке сміттєзвалище
14	Схід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Броницьке сміттєзвалище
15	Південь 10 см.	<i>Sinapis</i>	Броницьке сміттєзвалище
16	Захід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Броницьке сміттєзвалище
17	Північ 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
18	Схід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
19	Південь 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
20	Захід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
21	Північ 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Бориславське сміттєзвалище
22	Схід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Бориславське сміттєзвалище
23	Південь 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Бориславське сміттєзвалище
24	Захід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Бориславське сміттєзвалище

25	Північ 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
26	Схід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
27	Південь 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
28	Захід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Бориславське сміттєзвалище
29	Північ 10 см.	<i>Sinapis</i>	Бориславське сміттєзвалище
30	Схід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Бориславське сміттєзвалище
31	Південь 10 см.	<i>Sinapis</i>	Бориславське сміттєзвалище
32	Захід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Бориславське сміттєзвалище
33	Північ 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
34	Схід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
35	Південь 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
36	Захід 10 см.	<i>Lepidium sativum</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
37	Північ 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Стрийське сміттєзвалище
38	Схід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Стрийське сміттєзвалище
39	Південь 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Стрийське сміттєзвалище
40	Захід 10 см.	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> Pers.	Стрийське сміттєзвалище
41	Північ 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
42	Схід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
43	Південь 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
44	Захід 10 см.	<i>Brassica napus</i> L.	Стрийське сміттєзвалище
45	Північ 10 см.	<i>Sinapis</i>	Стрийське сміттєзвалище
46	Схід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Стрийське сміттєзвалище
47	Південь 10 см.	<i>Sinapis</i>	Стрийське сміттєзвалище
48	Захід 10 см.	<i>Sinapis</i>	Стрийське сміттєзвалище

## Додаток В. Видовий склад рослин на території сміттєзвалищ

## Видовий склад рослин на території Броницького сміттєзвалища

Броницьке сміттєзвалище	
Українська назва	Латинська назва
Багно звичайне	<i>Ledum palustre</i> L.
Робінія звичайна	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Подорожник ланцетолистий	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Пшениця м'яка	<i>Triticum aestivum</i> L.
Хвощ лісовий	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.
Ситник розлогий	<i>Juncus effusus</i> L.
Полин гіркий	<i>Artemisia absinthium</i> L.
Триреберник непахучий	<i>Tripleurospermum maritimum</i> (L.) W.D.J. Koch.
Метлюг звичайний	<i>Apera spica—venti</i> (L.) P. Beauv
Синяк звичайний	<i>Echium vulgare</i> L.
Перлівка поникла	<i>Melica nutans</i> L.
Чистотіл звичайний	<i>Chelidonium majus</i> L.
Підбіл звичайний	<i>Tussilago farfara</i> L.
Кульбаба лікарська	<i>Taraxacum officinale</i> L.
Рогіз широколистий	<i>Typha latifolia</i> L.
Конюшина лучна	<i>Trifolium pratense</i> L.
Лобода чорна	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
Ситник розлогий	<i>Juncus effuses</i> L.
Шипшина звичайна	<i>Rosa canina</i> L.
Глід одноматочковий	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Осика	<i>Populus tremula</i> L.
Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i> L.
Граб звичайний	<i>Carpinus betulus</i> L.
Яблуня лісова	<i>Malus sylvestris</i> Mill.



Верба козяча	<i>Salix caprea</i> L.
Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Ліщина звичайна	<i>Corylus avellana</i> L.
Береза повисла	<i>Betula pendula</i> L.

**Видовий склад рослин на території Бориславського сміттєзвалища  
Бориславське сміттєзвалище**

<b>Українська назва</b>	<b>Латинська назва</b>
Багно звичайне	<i>Ledum palustre</i> L.
Стоколос прямий	<i>Bromopsis erecta</i> Huds.
Подорожник ланцетолистий	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Чистотіл звичайний	<i>Chelidonium majus</i> L.
Робінія звичайна	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Пшениця м'яка	<i>Triticum aestivum</i> L.
Хвощ лісовий	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.
Триреберник непахучий	<i>Tripleurospermum maritimum</i> (L.) W.D.J. Koch.
Полин гіркий	<i>Artemisia absinthium</i> L..
Жовтець їдкий,	<i>Ranunculus acris</i> L.
Кульбаба лікарська	<i>Taraxacum officinale</i> L.
Лобода чорна	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
Ситник розлогий	<i>Juncus effusus</i> L.
Конюшина лучна	<i>Trifolium pratense</i> L.
Синяк звичайний	<i>Echium vulgare</i> L.
Рогіз широколистий	<i>Typha latifolia</i> L.
Метлюг звичайний	<i>Apera spica—venti</i> (L.) P. Beauv.
Деревій звичайний	<i>Achillea millefolium</i> L.
Перлівка поникла	<i>Melica nutans</i> L.
Шипшина звичайна	<i>Rosa canina</i> L.
Глід одноматочковий	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Ліщина звичайна	<i>Corylus avellana</i> L.
Береза повисла	<i>Betula pendula</i> L.
Граб звичайний	<i>Carpinus betulus</i> L.
Яблуня лісова	<i>Malus sylvestris</i> Mill.

Верба козяча	<i>Salix caprea</i> L.
Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i> L.

**Видовий склад рослин на території Стрийського сміттєзвалища  
Стрийське сміттєзвалище**

<b>Українська назва</b>	<b>Латинська назва</b>
Куничник наземний	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.
Лобода чорна	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
Деревій звичайний	<i>Achillea millefolium</i> L.
Билинєць щільноквітковий	<i>Gymnadenia densiflora</i> L.
Лядвенець рогатий	<i>Lotus corniculatus</i> L.
Жовтець їдкий,	<i>Ranunculus acris</i> L.
Пирій повзучий	<i>Elymus repens</i> L.
Буркун білий	<i>Melilotus albus</i> Medik.
Синяк звичайний	<i>Echium vulgare</i> L.
Підбіл звичайний	<i>Tussilago farfara</i> L.
Кульбаба лікарська	<i>Taraxacum officinale</i> L.
Вика лісова	<i>Vicia sylvatica</i> L.
Конюшина повзуча	<i>Trifolium repens</i> L.
Перлівка поникла	<i>Melica nutans</i> L.
Метлюг звичайний	<i>Apera spica—venti</i> (L.) P. Beauv.
Грястиця звичайна	<i>Dactylis glomerata</i> L.
Хвощ польовий	<i>Equisetum arvense</i> L.
Рогіз широколистий	<i>Typha latifolia</i> L.
Горобина звичайна	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Обліпиха звичайна	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.
Груша звичайна	<i>Pyrus communis</i> L.
Осика	<i>Populus tremula</i> L.
Граб звичайний	<i>Carpinus betulus</i> L.

## Додаток Г . Протокол випробувань – визначення вмісту токсичних елементів в піонерній рослинності сміттєзвалищ



**Львівський національний медичний університет  
імені Данила Галицького  
лабораторія промислової токсикології**  
Україна, 79010, м. Львів, вул. Пекарська 69, т. (032) 260-09-06

Свідоцтво № РЛ 086/17 від 26.06.2017 р. про відповідність системи керування вимірюваннями відповідно до ДСТУ ISO 10012:2005



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідуюча лабораторією  
ст. н. с. д. біол. н. Тетяна ЗАЗУЛЯК.

«24» 06 2022 р.

### Протокол випробувань № 10/3 від 24.06.2022 р.

**1. Об'єкт випробувань:** Зразки:

- |          |          |
|----------|----------|
| - № 1.2  | - № 12.2 |
| - № 5.3  | - № 4.1  |
| - № 11.3 | - № 3.1  |
| - № 13.2 | - № 9.2  |
| - № 14.2 | - № 10.2 |

**2. Замовник:** ФО КорольК.А.

**3. Дата одержання зразків для випробувань:** 23.06.2022 р.

**4. Термін проведення випробувань:** 23.06.2022 р. - 24.06.2022 р.

**5. Умови довкілля під час проведення випробувань:**

- температура повітря ; +20°C
- вологість повітря: - 68%

**6. Засоби вимірювальної техніки при проведенні випробувань:-**

- спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115 М1 зав № 01-2015ЛІ (свідоцтво про калібрування № UA/37/ 210916/001412 від 16.09.2021 р.)

**7. Мета досліджень:** визначення вмісту токсичних елементів.

№ п/п	Назви показників, од. виміру	Виміряні величини					Метод визначення	Невизначеність вимірювань
		№1.2	№5.3	№11.3	№13.2	№14.2		
1	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,10	5,57	0,04	0,13	0,33	ISO 8288	U = 18 %
2	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	8,15	0,08	0,86	0,48	ISO 8288	U = 18 %
3	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	1,29	2,95	0,61	2,05	3,12	ISO 8288	U = 18 %
4	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,33	<0,02	0,11	0,25	ISO 8288	U = 18 %
5	Кобальт, мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	1,70	<0,05	0,27	1,99	ISO 8288	U = 18 %

ВЛ ЛНМУ	ФОРМА Ф.Л.7.8.01(версія 01)	Дата введення: 05.01.21 р.
	Протокол випробувань № 10/3	сторінка 1/2

№ п/ п	Назви показників, од. виміру	Виміряні величини					Метод визначення	Невизначеність вимірювань
		№12.2	№4.1	№3.1	№9.2	№10.2		
1	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,59	0,39	0,20	0,09	0,22	ISO 8288	$U = 18 \%$
2	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,74	0,17	0,29	0,60	0,23	ISO 8288	$U = 18 \%$
3	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	3,55	1,27	1,58	0,84	1,03	ISO 8288	$U = 18 \%$
4	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0,34	0,02	0,07	<0,02	0,23	ISO 8288	$U = 18 \%$
5	Кобальт, мг/дм <sup>3</sup>	2,00	1,00	0,16	<0,05	<0,05	ISO 8288	$U = 18 \%$

Відповідальний виконавець, с.н.с.



Олександр КОЛІНКОВСЬКИЙ

24.06.2022р.

ВЛ ЛНМУ	ФОРМА Ф.Л.7.8.01(версія 01)	Дата введення: 05.01.21 р.
	Протокол випробувань № 10/3	сторінка 2/2

## Додаток Г. Акт впровадження результатів дисертаційного дослідження у навчальний процес

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної та методичної роботи  
Львівського державного університету безпеки  
життєдіяльності,

кандидат технічних наук, доцент  
полковник служби цивільного захисту

Дмитро ЧАЛИЙ

\_\_\_\_\_ 2023 року



АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
ад'юнкта кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки  
життєдіяльності Король Катерини Анатоліївни  
у навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

Комісія у складі:

голови – заступника начальника навчально-наукового інституту цивільного захисту,  
к.ф.-м.н., доцента, полковника служби цивільного захисту Меньшикової О. В.;

членів: завідувача кафедри екологічної безпеки д.с-г.н., професора Кузика А. Д.;  
доцента кафедри екологічної безпеки к.т.н., доцента, майора служби цивільного захисту  
Босака П. В. встановила, що результати дисертаційного дослідження Король К. А. на тему:  
«Екологічний моніторинг сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської  
області» впроваджені під час викладання таких дисциплін в Університеті на кафедрі екологічної  
безпеки:

– змістового модулю № 3. «Організація моніторингу за складовими довкілля» лекція  
№ 23: «Організація спостережень і контролю за забрудненням ґрунтів» з дисципліни  
«Моніторинг довкілля» за спеціальністю 101 «Екологія»;

– змістового модулю № 2. «Технологія проведення та оцінки рекультиваційних робіт»  
лекція № 13: «Рекультивация полігонів твердих побутових відходів» з дисципліни  
«Рекультивация земель» за спеціальністю 101 «Екологія»;

– змістового модулю № 4 «Поводження з різними групами відходів» тема 4.1.  
«Особливості зберігання та захоронення відходів» з дисципліни «Поводження з відходами»  
за спеціальністю 101 «Екологія».

Результати дисертаційного дослідження використані в лекційних курсах зазначених  
навчальних дисциплін при викладенні теоретичних положень та методичних підходів щодо  
моніторингу екологічного стану сміттєзвалищ Львівської області у контексті сталого  
розвитку туристично-рекреаційного комплексу.

Голова комісії:

Заступник начальника  
навчально-наукового інституту  
цивільного захисту,  
к.ф.-м.н., доцент  
полковник служби цивільного захисту

\_\_\_\_\_ Ольга МЕНЬШИКОВА

Члени комісії:

Завідувач кафедри  
екологічної безпеки,  
д.с-г.н., професор

\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК

Доцент кафедри екологічної безпеки,  
к.т.н., доцент  
майор служби цивільного захисту

\_\_\_\_\_ Павло БОСАК

## Додаток Д. Акт впровадження результатів дисертаційного дослідження у виробництво

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ТзОВ «ГрінЕра Стрий»

  
ХАЛУСЬ  
2023 року  


### АКТ

впровадження результатів дисертаційних досліджень ад'юнкта кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності Король Катерини Анатоліївни на тематику екологічної небезпеки сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області

Комісія у складі: Б. Даниліва, І. Цукорник, З. Ридаш, М. Гука, склала цей акт та стверджує, що результати досліджень ад'юнкта Король К. А. впроваджені у практичну діяльність ТзОВ «ГрінЕра Стрий». Зокрема, результати досліджень фізико-хімічного складу субстрату, біогенних параметрів рослинного покриву та рівнів інтенсивності фотосинтетичного процесу рослинного покриву, вміст іонів важких металів у рослинному покриву сміттєзвалищ, а також чинники екологічної небезпеки на полігоні твердих побутових відходів враховуються щодо раціонального використання та безпечного поводження з відходами на території Стрийської територіальної громади та ліквідації несанкціонованих і неконтрольованих звалищ.

Голова комісії:



Б. Данилів

Члени комісії:



І. Цукорник

З. Ридаш

М. Гук



## Додаток Е. Протоколи вимірювань показників якості води у зразках талого снігу зі сміттєзвалищ

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**  
**Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки**  
 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
 Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД вих. № <u>130</u> від <u>09.04.21</u> Зав. НДЛ <u>Дан</u>	
--	--

**Протокол № 130 від «09» 04 20 21 р.**  
**вимірювань показників якості води**

Дата відбору: «06» 04 20 21 р.                      Шифр проби ВП-120/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «1С»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 112 від «07» 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	см	> 30	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	од. рН	7,4	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	21,6	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	23,8	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,30	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,25	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	15,3	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,1	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	3,6	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,1	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	1,2	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,8	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	3,6	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	33	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	6,2	до 5

\* - для питної води.




М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець:

(підпис) Л.В. Сиса  
 (ін. та прізвище)  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис) (ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 134 від 09.04.21  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 134 від « 09 » 04 20 21 р.  
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-124/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «2Д»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 116 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	12	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,6	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	136,5	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	38,4	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,55	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,50	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	30,5	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,2	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	4,9	до 500
11.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7,5	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,4	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	5,1	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	56	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	7,4	до 5

\* - для питної води

М.П.  завідувач лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець:

  
(підпис)Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 133 від 09.04.21  
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 133 від « 09 » 04 20 21 р.  
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-123/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «1Д»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 115 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	см	> 30	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	од. рН	7,0	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	78,4	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	46,4	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,75	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,60	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	36,6	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,8	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	5,3	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,7	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	10,2	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,9	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	4,2	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	67	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	9,2	до 5

\* - для питної води

М.П. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ  
Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець:




  
(підпис)

Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
 вих. № 127 від 09.04.21  
 Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 127 від « 09 » 04 20 21 р.  
 вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-117/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «1Б»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 109 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	22	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,2	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	121,3	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	49,2	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,60	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,50	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	30,5	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,3	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	9,4	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,3	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	8,2	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,3	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,4	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	8,5	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	67	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	12,4	до 5

\* - для питної води.



М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

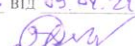
Виконавець:

  
 (підпис)
Л.В. Сиса  
 (ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 185 від 09.04.21  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 135 від «09» 04 20 21 р.  
вимірювань показників якості води

Дата відбору: «06» 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-125/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «ЗД»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 117 від «07» 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	18	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,2	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	94,2	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	28,4	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,45	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,40	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	24,4	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,9	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	3,1	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,1	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,1	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	1,8	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	42	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	7,9	до 5

\* - для питної води

М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.



Виконавець:


(підпис)

Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
 вих. № 132 від 09.04.21  
 Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 132 від « 09 » 04 20 21 р.  
 вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-122/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «ЗС»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 114 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	см	8	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	од. рН	7,0	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	192,6	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	125,6	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,20	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,00	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	61,0	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	26,3	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	21,4	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,6	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	16,4	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,7	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,12	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,2	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	29,8	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	163	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	18,4	до 5

\* - для питної води.

М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.



Виконавець:

  
 (підпис)
Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 131 від 09.04.21  
Зав. НДЛ [підпис]

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 131 від «09» 04 20 21 р.  
вимірювань показників якості води

Дата відбору: «06» 04 20 21 р. Шифр проби ВП-121/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «2С»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 113 від «07» 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	см	24	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	од. рН	6,7	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	39,1	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	56,2	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,55	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,40	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	24,4	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	12,1	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	10,6	до 500
11.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,4	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,3	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7,5	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,7	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	12,5	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	71	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	5,8	до 5

\* - для питної води.



М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець:

[підпис]  
(підпис)

Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 129 від 09.04.21  
Зав. НДЛ [підпис]

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 129 від « 09 » 04 20 21 р.

вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р.

Шифр проби ВП-119/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «ЗБ»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 111 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	25	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,9	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	93,6	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	78,1	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,70	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,50	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	30,5	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	16,3	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	18,4	до 500
11.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	9,5	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2,7	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,1	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	18,5	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	97	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	9,8	до 5

\* - для питної води.  
М.П. **НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ** Зав. лабораторії, к. х. н., доц.



Виконавець:

[підпис]  
(підпис)

Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)



## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 128 від 09.04.21  
Зав. НДЛ [підпис]

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 128 від « 09 » 04 20 21 р.  
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 06 » 04 20 21 р. Шифр проби ВП-118/21

Об'єкт дослідження: Вода із талого снігу (проба «2Б»)

Замовник: ад'юнкт Король К.А., ЛДУ БЖД  
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 110 від « 07 » 04 20 21 р.

Використані ЗВТ: електрофотокориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд  
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	од. рН	7,1	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	110,3	не норм.
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	30,2	до 1000
6.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,40	до 7,0
7.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,35	до 6,5
8.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	21,4	до 300
9.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,2	до 250
10.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	3,6	до 500
11.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	до 3,3
12.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,2	до 45
13.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0	не норм.
14.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,5	не норм.
15.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	1,6	до 80
16.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	до 0,3
17.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	до 2,0
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	4,4	до 300
19.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	42	не норм.
20.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	10,4	до 5

\* - для питної води

М.П. Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
Зав. лабораторії, к. х. н., доц.



Виконавець:

[підпис]  
(підпис)


Л.В. Сиса  
(ін. та прізвище)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Додаток Є. Протоколи вимірювань показників водної витяжки з субстрату СМІТТЄЗВАЛИЩ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. №12 від 9.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 132 від «19» 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: «  » 20 19 р.                      Шифр проби Вгр-52/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 5)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД ---;    акт відбору № 92 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
<i>Вихідні дані:</i>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<i>Результати аналізу:</i>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,0	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,5	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	119	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	96	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	19	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,7	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,6	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	36,6	146
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,6	22,2
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	11,5	46,1
13.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	4,6	18,4
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	8,5	34,0
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,8
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,6	22,4
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,1	20,4
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,8	11,2
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,8	7,2
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	8,7	34,6
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	6,8	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мг/кг		0,0
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		365


Завідувач лабораторії:

 (підпис)                      Л. В. Суса (ін. та прізвище)

Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_ (посада)                      \_\_\_\_\_ (підпис)                      \_\_\_\_\_ (ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 118 від 13.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 128 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-48/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 1)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД ---; акт відбору № 88 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,0	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,6	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	148	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	136	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	8	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,1	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,0	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	61,0	244
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	14,3	57,2
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	9,9	39,6
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	6,9	27,6
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	21,6	86,4
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	1,2
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	8,0	32,1
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	8,5	34,0
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	11,2	44,8
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,4	9,6
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	8,8	35,1
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	15,3	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,6
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		612

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

  
(ін. та прізвище)


Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_  
(посада)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 119 від 12.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 129 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-49/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 2)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД --- ; акт відбору № 89 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,2	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	156	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	141	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	10	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,4	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,3	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	79,3	317
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	16,7	66,7
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	13,2	52,7
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	7,5	30,0
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	20,8	83,2
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	2,0
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	10,6	42,5
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	10,6	42,3
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	15,3	61,2
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,6	10,4
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	6,0	24,1
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	10,2	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,9
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		733

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

Л.В.Сиса  
(ін. та прізвище)


Виконавець вимірювань:

(посада)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 120 від 19.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 130 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-50/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 3)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД --- ; акт відбору № 90 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	8,1	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	236	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	211	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	11	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	2,3	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,8	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	110	440
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	34,1	137
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	8,2	33,0
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	5,1	20,4
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	39,6	158
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,4
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	12,4	49,7
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	20,4	81,7
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,3	9,2
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	8,4
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	35,5	142
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	24,1	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мг/кг		1,3
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		1080

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

  
(ін. та прізвище)


Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_  
(посада)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 121 від 19.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 131 від « 19 » 12 20 19 р.

вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-51/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 4)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

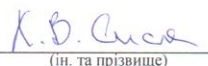
за НД --- ; акт відбору № 91 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,0	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,4	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	123	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	101	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	1%	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,8	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,7	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	42,7	171
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	4,8	19,1
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	14,8	59,3
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	4,5	18,0
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	9,6	38,4
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,4
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,2	24,8
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,0	23,8
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,9	11,6
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,9	7,6
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	10,5	41,9
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	7,4	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,0
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		416

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

  
(ін. та прізвище)

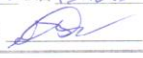
Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_  
(посада)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 125 від 19.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 133 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-53/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 6)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД --- ; акт відбору № 93 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,0	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,7	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	121	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	97	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	20	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,8	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,6	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	36,8	147
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6,7	27,0
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	8,2	33,0
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	3,9	15,6
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	10,1	40,4
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,8
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7,2	28,9
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,4	21,4
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,6	10,4
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,4	5,6
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	6,2	24,6
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	7,8	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,0
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		354

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

  
(ін. та прізвище)

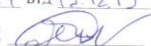
Виконавець вимірювань:

(посада)

(підпис)

(ін. та прізвище)

## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 124 від 19.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 134 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-54/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 7)



Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД --- ; акт відбору № 94 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,0	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,6	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	118	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	98	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	17	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,8	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,7	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	42,7	171
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7,5	30,2
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	6,6	26,4
13.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	3,2	12,8
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	11,4	45,6
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,4
16.	Кальцій (Са <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7,3	28,6
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	5,4	21,3
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,8	11,2
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	1,8	7,2
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	7,9	31,8
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	8,2	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,0
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		387

Завідувач лабораторії:


   
(підпис) (ін. та прізвище)

Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_  
(посада) (підпис) (ін. та прізвище)



## Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД  
вих. № 125 від 19.12.19  
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки  
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 135 від « 19 » 12 20 19 р.  
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 19 р. Шифр проби Вгр-55/19

Об'єкт дослідження: водна витяжка з ґрунту біля сміттєзвалища (т. 8)

Місце відбору проби: доставлено замовником (ад'юнкт Король К.А.)

за НД ---; акт відбору № 95 від 13.11 20 19 р.;

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
<b>Вихідні дані:</b>					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	400	
<b>Результати аналізу:</b>					
3.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,2	
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	264	
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	ГОСТ 26423-85	мг/дм <sup>3</sup>	234	
7.	Вміст органічних речовин (800 °С)	розрахунок	% мас.	11	
8.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	2,3	
9.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,8	
10.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	РД 52.24.24-86	мг/дм <sup>3</sup>	110	439
11.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	46,9	187
12.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	20,6	82,4
13.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	8,6	34,4
14.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	21,9	87,6
15.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,8
16.	Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	17,2	68,9
17.	Магній (Mg <sup>2+</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	17,5	70,0
18.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> <sup>3+</sup> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	12,6	50,4
19.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	8,0
20.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	31,3	125
Специфічні показники:					
21.	Хімічне спож. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм <sup>3</sup>	16,3	
22.	Нафтопродукти	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мг/кг		0,8
23.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/кг		1155

Завідувач лабораторії:

  
(підпис)

  
(ін. та прізвище)

Виконавець вимірювань:

\_\_\_\_\_ (посада)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ін. та прізвище)

**Додаток Ж. Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості  
про апробацію результатів дисертації**

Публікації, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Popovych V., Petrushka I., Stepova K., **Korol K.**, Popovych N. Solid waste management as part of sustainable development of Lviv (Ukraine). *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2021. 22(5). 12-17 <https://doi.org/10.12912/27197050/139785> (Scopus)  
*Особистий внесок – аналіз міжнародних джерел, постановка проблеми.*
2. Popovych V., Malovanyu M., Prydatko O., Popovych N., Petlovanyi M., **Korol K.**, Lyn A., Bosak P., Korolova O. Technogenic impact of acid tar storage ponds on the environment: a case study from Lviv, Ukraine. *Ecologia Balkanica* 2021. 13(1). 35-44 (Scopus) *Особистий внесок – аналіз міжнародних джерел, формування висновків.*
3. **Korol K.**, Popovych V., Pinder V., Shyplat T., Bosak P. Chemical content of landfill neoreliefs in the territory of the subcarpathia forestry district of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering* 2022. 23(12). 233-253 <https://doi.org/10.12911/22998993/153457> (Scopus) *Особистий внесок – постановка завдання, відбір проб, аналітичне дослідження в лабораторії.*
4. **Korol K.**, Popovych V. Spectral analysis method for distinguishing heavy metals pollution in the pioneer vegetation of landfills located within the prikarpatian geobotanical district of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. 24(1). 29-37 <https://doi.org/10.12912/27197050/154910> (Scopus) *Особистий внесок – постановка завдання, відбір проб, аналітичне дослідження в лабораторії, формування висновків.*
5. Босак П., Луцик А., **Король К.** (2019) Екологічна характеристика річок у Славському Львівської області. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 20. 80-84. <https://doi.org/10.32447/20784643.20.2019.11> *Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формування висновків.*
6. Мотрич С., **Король К.**, Попович В. (2019) Чинники впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку.

Екологічні науки. 1(28) 378 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.28>  
*Особистий внесок – відбір проб, аналітичне опрацювання.*

7. **Король К.А.** (2022) Фізико-хімічні властивості талого снігу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. Екологічні науки 2(41) <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.30> *Особистий внесок – відбір проб, опрацювання результатів, формування висновків.*

#### **Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

8. **Кінчеші К.А.** Вплив сміттєзвалища на туристично-рекреаційні об'єкти. *Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека, як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід та перспективи"* (м.Львів, ЛДУБЖД, 2018 р.) 2018. С. 276. *Особистий внесок – аналіз джерел, постановка проблеми.*

9. **Король К.А., Попович В.В.** Екологічна небезпека побутових відходів на території туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика"*. (м. Хмельницький, 2019 р.) 2019. с. 19. *Особистий внесок – аналіз джерел, постановка проблеми.*

10. **Король К.А.** Екологічна небезпека складування відходів на території рекреаційних об'єктів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації з нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого"*. (м. Львів 2019 р.) 2019. С. 249. *Особистий внесок – аналіз літературних джерел, аналітичне опрацювання, формування висновків.*

11. **Король К.А.** Проблеми твердих побутових відходів в туристично-рекреаційній галузі Львівської області. *Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу"*. (м. Львів, 2019 р.) 2019. С. 95. *Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів, формування висновків.*

12. **Король К.А.,** Попович В.В. Фізико-хімічні властивості едафотопів у зоні впливу Броницького сміттєзвалища рекреаційного комплексу Львівської області. *Матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму "Сталий розвиток – стан та перспективи"*. (Львів - Славське, Україна 2020 р.) 2020. С. 98-101. *Особистий внесок – відбір проб, аналітичне опрацювання, опрацювання результатів.*
13. **Король К.А.,** Попович В.В. Стан полігонів твердих побутових відходів у туристично-рекреаційному комплексі Львівської області. *Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень»* Луцьк. (12–13 травня 2021 року) С.89. *Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формування висновків.*
14. **Король К.А.,** Хомутник З.М. Вплив відходів фармацевтичної продукції на стан довкілля. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний молодіжний конгрес, Збірник матеріалів. Національний університет «Львівська політехніка»*. (02-03 березня 2023, Україна, Львів) 2023. С.30. *Особистий внесок – опрацювання результатів, формування висновків.*
15. Котяш І.О., **Король К.А.** Екологічна проблема сміттєзвалищ на території України. *Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення. Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю*. Львів. ЛДУ БЖД. 2022. С.412. *Особистий внесок – формування висновків.*
16. **Король К.А.** Оцінка стану полігонів твердих побутових відходів в туристично-рекреаційних зонах Львівської області. *IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи»* 2021. Львів. ЛДУБЖД. С.76-78. *Особистий внесок – аналіз літературних джерел, відбір проб, формування висновків.*