

УДК 550.837+551.44
№ Держ. реєстрації
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76000, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
тел. (0342) 72-47-16, факс (0342) 54-67-25
e-mail: gbg@nung.edu.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи,
доктор техн. наук, професор

_____ О. Р. КОНДРАТ
“ _____ ” _____ 2023 р.
М.П.

ЗВІТ

про надання послуг

за договором № 4М (г/тема 11/2023) від 26.04.2023 р.

ДК 021:2015: 90740000-6 Послуги з відстеження, моніторингу забруднювачів і відновлення (Проведення екологічного моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та гірничих розробок над колишніми рудниками «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь»)
(остаточний)

Директор НДІ НГЕ і Е,
к. т. н., доцент

А. В. ГРИЦАНЧУК

Науковий керівник, г.н.с.
доктор. геол.-мінерал. наук, професор

Е.Д. КУЗЬМЕНКО

Івано-Франківськ
2023 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник робіт
доктор геол.-мін. наук, професор

Е.Д. КУЗЬМЕНКО
(вступ, розділи 1-4,
висновки та рекомендації)

Головний науковий співробітник
доктор технічних наук, професор

Я.О. АДАМЕНКО
(вступ, розділи 1-4,
висновки та рекомендації)

Провідний науковий співробітник
кандидат геологічних наук, доцент

С.М. БАГРІЙ
(розділи 1-4)

Старший науковий співробітник
кандидат геологічних наук, доцент

І.В. ЧЕПУРНИЙ
(розділи 4)

Старший науковий співробітник

М.Я. ГРИНІШАК
(розділи 1)

Старший науковий співробітник
кандидат геологічних наук, доцент

Л.В. ШТОГРИН
(розділи 2)

Науковий співробітник

М.В. ШТОГРИН
(розділи 2)

Науковий співробітник

В.М. КОВТУН
(розділи 1)

Науковий співробітник

В.П. МИХАЙЛИШИН
(розділи 1)

Інженер I категорії

О.М. СТРУТИНСЬКА
(розділи 4)

Нормоконтролер

Т.В. ПАЗЮК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НАД КОЛИШНІМИ РУДНИКАМИ «КАЛУШ», «ГОЛИНЬ» ТА «НОВО-ГОЛИНЬ».....	9
1.1 Топографо-геодезичні спостереження ґрунтових реперів профільних ліній рудників «Голинь», Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, вул. Європейська м. Калуш, мікрорайону Хотінь).....	9
1.2 Опрацювання матеріалів топографо-геодезичних спостережень з метою встановлення фактичних осідань та обчислення прогнозованих річних осідань земної поверхні в межах рудників «Голинь», «Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, м. Калуш, вул. Європейська, мікрорайон Хотінь).....	15
1.3 Побудова мульд осідання земної поверхні та аналіз напрямків та швидкостей зміни розмірів мульди за останні роки в межах рудників «Голинь», «Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, м. Калуш, вул. Європейська, мікрорайон Хотінь).....	29
1.4 Побудови прогнозної карти мульд осідання земної поверхні в межах рудників «Голинь» та «Ново-Голинь» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська).....	40
1.5 Надання прогнозу щодо утворення зон просідання земної поверхні на наступні 10-15 років та визначення житлових будинків, які потрапляють у небезпечну зону просідання земної поверхні, мешканці яких потребують відселення.....	44
2. ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ.....	46
2.1 Геофізичні спостереження по вул. Європейська (Центральне каїнітове поле) та вул. Глібова (Північно каїнітове поле) м. Калуш.....	46
2.2 Інтерпретація геофізичних досліджень методом ПЕМПЗ по вул. Європейська (Центральне каїнітове поле) та вул. Глібова (Північно	

каїнітове поле) м. Калуш.....	50
2.2.1 Результати обробки даних ПЕМПЗ. Рудник «Калуш» (м. Калуш, вул. Європейська).....	50
2.2.2 Результати обробки даних ПЕМПЗ. Рудник «Калуш» (м. Калуш, вул. Гліблва).....	52
2.2.3 Результати обробки площинних спостережень ПЕМПЗ в районі провалу №14, Рудник «Калуш» (вул. Глібова, Північно каїнітове поле) ...	55
2.3 Оцінка динаміки активності деформаційних процесів за комплексом робіт по вул. Європейська та картування небезпечних зон за геофізичними спостереженнями по вул. Глібова (Північне каїнітове поле) м. Калуш.....	60
3. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ В С. КРОПИВНИК.....	67
3.1 Режимні спостереження житлових будинків в с. Кропивник вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202 з метою встановлення існуючих величин деформацій цих будинків від початку їх моніторингу та розрахунку прогнозованих величин просідань.....	67
3.2 Визначення осідань фундаментів та аналіз величин розкриття гіпсових маяків на житлових будинках в с. Кропивник, вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202.....	73
3.3 Надання висновку щодо ступеня деформації житлових будинків за результатами моніторингу зміни висот деформаційних реперів та розкриття гіпсових маяків в с. Кропивник, вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202.....	83
4. ГІДРОГЕОХІМІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА МЕРЕЖЕЮ СВЕРДЛОВИН В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ.....	88
4.1 Обстеження території Калуського гірничопромислового району з метою долучення до гідрологічної мережі колишніх свердловин ДП Калійний завод.....	88
4.2 Відбір проб води з існуючих спостережних гідрологічних свердловин, Домбровського кар'єру, дренажної траншеї та залучення до мережі додаткових діючих свердловин колишнього ДП «Калійний завод».....	89

4.3 Проведення замірів абсолютних відміток поверхні озера Домбровського кар'єру та дренажної траншеї.....	90
4.4 Проведення лабораторних гідрогеохімічних аналізів відібраних проб з спостережних свердловин мережі, Домбровського кар'єру та дренажної траншеї та залучених до мережі додаткових діючих свердловин колишнього ДП «Калійний завод».....	92
4.5 Систематизація даних лабораторних аналізів у свердловинах за даними спостережень 2022-2023 років.....	100
4.6 Побудова карт засолення території Калуського гірничопромислового району та оцінка динаміки засолення водоносного горизонту.....	107
ВИСНОВКИ ДО ЗВІТУ.....	123
ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ.....	127
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	128
ДОДАТКИ.....	131

РЕФЕРАТ

Звіт (остаточний) про надання послуг за договором № 4М (г/тема 11/2023) від 26.04.2023 р. ДК 021:2015: 90740000-6 Послуги з відстеження, моніторингу забруднювачів і відновлення (Проведення екологічного моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та гірничих розробок над колишніми рудниками «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь») містить:130 сторінок тексту, 14 таблиць, 54 рисунки, 8 додатків, 23 використих джерел.

Об'єкт досліджень – територія гірничо-хімічного підприємства міста Калуш та сіл Сівка-Калуська і Кропивник.

Мета робіт - проведення екологічного моніторингу впливу гірничих виробіток та засолення на територію населених пунктів та водоносний горизонт, розробка рекомендацій щодо запобігання виникнення надзвичайної ситуації та надання висновків щодо загрози для житлових будинків, які розташовані у небезпечній зоні.

Методи досліджень – топогеодезичні дослідження, геофізичні методи, зокрема метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі, гідрогеохімічні дослідження.

У звіті наведено результати екологічного моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та гірничих розробок над колишніми рудниками «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь», надано рекомендації щодо запобігання виникнення надзвичайної ситуації та надано висновки щодо загрози для житлових будинків, які розташовані у небезпечній зоні.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, ТОПОГЕОДЕЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОСІДАННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ, ПРОВАЛИ, ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ.

ВСТУП

Науково-дослідні роботи виконані з метою моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та гірничих розробок над колишніми рудниками «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь», розробки рекомендацій щодо запобігання виникнення надзвичайної ситуації та надання висновків щодо загрози для житлових будинків, які розташовані у небезпечній зоні.

Методи моніторингових досліджень, які використано під час виконання робіт – це топогеодезичні дослідження, геофізичні дослідження, зокрема метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) та гідрогеохімічні дослідження по мережі гідрологічних спостережних свердловин, хвостосховища №2, Домбровського кареру, дренажної траншеї та р. Лімниця.

За результатами геодезичного моніторингу, отримано результати щодо динаміки осідання земної поверхні в межах рудників «Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, с. Хомінь та м. Калуш, вул. Європейська). За геофізичними дослідженнями, отримано результати щодо напружено-деформованого стану гірничих масивів (Північно каїнітове поле, вул. Глібова, вул. Пархоменка, провал №14 та Центрально каїнітове поле, вул. Європейська), стадії активності деформаційного процесу в межах території дослідження гірничого масиву. Гідрогеологічний моніторинг дозволив отримати результати щодо забруднення території Калуського гірничопромислового району, оцінити динаміку засолення водоносного горизонту в часі. За результатами комплексного геодезичного, геофізичного та гідрогеологічного моніторингу стану довкілля надано рекомендації, які дозволять прийняти управлінські рішення з метою попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Роботи виконані за договором № 4М (г/тема 11/2023) від 26.04.2023 р.
ДК 021:2015: 90740000-6 Послуги з відстеження, моніторингу

забруднювачів і відновлення (Проведення екологічного моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та гірничих розробок над колишніми рудниками «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь»), заключеного між Управлінням з питань надзвичайних ситуацій Калуської міської ради (ЗАМОВНИК) та ІФНТУНГ (ВИКОНАВЕЦЬ).

1. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НАД КОЛИШНІМИ РУДНИКАМИ «КАЛУШ», «ГОЛИНЬ» ТА «НОВО-ГОЛИНЬ»

1.1 Топографо-геодезичні спостереження ґрунтових реперів профільних ліній рудників «Голинь», Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, вул. Європейська м. Калуш, мікрорайону Хотінь).

Згідно вимог технічного завдання договору 4М (г/тема 11/2023) від 26.04.2023 р. виконані польові вимірювання для встановлення актуальних абсолютних відміток та величин осідань реперів наступних профільних ліній:

1. Рудник «Ново-Голинь» у межах с. Кропивник та с. Сівка-Калуська:

1.1 Профільна лінія Рп 63 – Рп 224 (кількість реперів 31, початок спостережень 1979 р.).

1.2 Профільна лінія Рп 22/49 - Рп V (кількість реперів 19, початок спостережень 1968 р.).

1.3 Профільна лінія Рп 22/49 – Рп 241 (кількість реперів 19, початок спостережень 1968 р.).

1.4 Профільна лінія Рп 21 – Рп I (кількість реперів 25, початок спостережень 1968 р.).

1.5 Профільна лінія Рп XVI - Рп XV (кількість реперів 25, початок спостережень 1968 р.).

1.6 Профільна лінія Рп 4 - Рп 274 (кількість реперів 30, початок спостережень 1968 р.).

1.7 Профільна лінія Рп X - Рп XII (кількість реперів 50, початок спостережень 1968 р.).

1.8 Профільна лінія Рп 284 - Рп I62 (кількість реперів 35, початок спостережень 1968 р.).

1.9 Профільна лінія Рп 198 - Рп XX (кількість реперів 26, початок спостережень 1979 р.).

1.10 Профільна лінія Рп XX - Рп 261 (кількість реперів 41, початок спостережень 1969 р.).

1.11 Профільна лінія Рп 122 - Рп 237 (кількість реперів 14, початок спостережень 1979 р.).

1.12 Профільна лінія Рп 88 - Рп 260 (кількість реперів 45, початок спостережень 1968 р.).

1.13 Профільна лінія Рп 192 - Рп 141 (кількість реперів 29, початок спостережень 1968 р.).

1.14 Профільна лінія Рп V - Рп VIII (кількість реперів 23, початок спостережень 1968 р.).

1.15 Профільна лінія Рп 253 - Рп 280 (кількість реперів 20, початок спостережень 1979 р.).

2. Шахтне поле «Хотінь» у межах мікрорайону Хотінь, м. Калуш:

2.1 Профільна лінія I Рп248 – Рп94 (початок спостережень X.1957 р.).

2.2 Профільна лінія II Рп95 – Рп 32 (початок спостережень X.1965 р.).

2.3 Профільна лінія III Рп198 – Рп 120 (початок спостережень X.1965 р.).

2.4 Профільна лінія IV Рп191 – Рп134 (початок спостережень X.1977 р.).

2.5 Профільна лінія VI Рп202 – Рп226 (початок спостережень XI.1988 р.).

3. Профільна лінія по вул. Європейській (м. Калуш) Рп 1 - Рп 22 (кількість реперів 22, початок спостережень 2008 р.).

За звітний період на вищевказаних об'єктах виконано 1 серію вимірів – (VI-VII)/2023 р. Перед початком вимірів проведена розкопка реперів вищевказаних профільних ліній. У процесі розкопок та вимірювань традиційно виникали труднощі через спротив з боку власників земельних ділянок, в межах яких розташовані ґрунтові репери. Тому частина реперів не були розкопані та пронівельовані. У результаті виконання господарських та польових робіт зафіксоване пошкодження ряду реперів (Рп 195, Рп 189, Рп 257, Рп 258, Рп 259 рудника «Ново-Голинь»), що потребує додаткового

аналізу даних пунктів та значно знижує достовірність результатів осідань на них. Частина ґрунтових реперів втрачені, зокрема опорні Рп II, Рп V, Рп VI, Рп VII, Рп VIII, Рп XII, Рп XIII, Рп XV, Рп XVIII, Рп XIX рудника «Ново-Голинь», ділянка профільної лінії VI шахтного поля «Хотінь» від Рп210 до Рп201 втрачена в результаті масової капітальної забудови ділянки.

Роботи з пошуку ґрунтових реперів шахтного поля «Хотінь» були значно утруднені у зв'язку з відсутністю актуальних абрисів та зовнішнього оформлення реперів. Особливі труднощі були зумовлені тим, що проектні віддалі між реперами в багатьох випадках не відповідали фактичним. На території сільськогосподарських угідь пошукові роботи виконувалась при допомозі магнітометра (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Пошук ґрунтових реперів з допомогою магнітометра

На забудованій території використання магнітометра було малоефективним і доводилось виконувати значний об'єм робіт, пов'язаних з шурфуванням.

Виміри у 2023 р. (рис. 1.2) виконували високоточним електронним нівеліром DL-501 (серійний номер 560168) з автоматичним взяттям відліків за штрихковою рейкою (метрологічні характеристики приладу гарантуються свідоцтвом про перевірку – додаток В). Перед початком серії спостережень виконували дослідження нівеліра за програмою, визначеною в ГОСТ 10528-90. Зокрема перед початком серії спостережень визначений кут i за допомогою автоматизованої програми меню нівеліра. Зазначимо, що програма вимірювань високоточного електронного нівеліра DL-501 передбачає введення у результати вимірів поправки за кут i на кожній станції вимірювань.

Спостереження виконано за методикою спостережень, розробленою спеціально для даного об'єкту. Основні положення методики спостережень наступні:

1. Схема вимірів у мережі 2023 р. включала ходи нівелювання II класу точності, які утворюють мережу, що з'єднує опорні репери на кінцях профільних ліній і вузлові репери (вузлові точки ходів), розміщені на перетині профільних ліній. Схема нівелірних ходів наведені в додатку А. Там же наведені результати підрахунку службових допусків (нев'язок у полігонах), за якими контролювалась точність вимірів.

2. Сер. кв. похибка визначення перевищень на станції в ходах мережі не допускалась більше 0,3 мм. Для досягнення такої точності нівелювання виконували з використанням сучасної методики геометричного цифрового нівелювання за дотримання наступних вимог:

- висота наведення на рейку не перевищувала 1,8 м;
- допустима різниця пліч на станції для ходів 1,0 м;
- на зв'язуючих точках ходів рейка встановлювалась тільки на нівелірні підкладини (костилі або башмаки);

- прилад на станціях та нівелірні підкладини встановлювались тільки на твердий ґрунт або бетон (рис. 1.3);

- при контролі вимірів користувались наступними службовими допусками.



Рисунок 1.2 – Геометричне нівелювання коротким променем (прив'язка профільної лінії по вул. Європейській в м. Калуші)

3. Різниця перевищень, визначених при різних горизонтах приладу, на станції допускалась не більше 0,3 мм.

4. Допустимі нев'язки в полігонах - $f_{h_{дон}}$ приймалися рівними в залежності від кількості станцій - n за формулою:

$$f_{h_{дон}} = 0,3 * \sqrt{n} \quad (1.1)$$

Результати вимірів реєструвались при допомозі вбудованої пам'яті електронного нівеліра DL-501, що дозволяє зберігати до 10000 відліків.

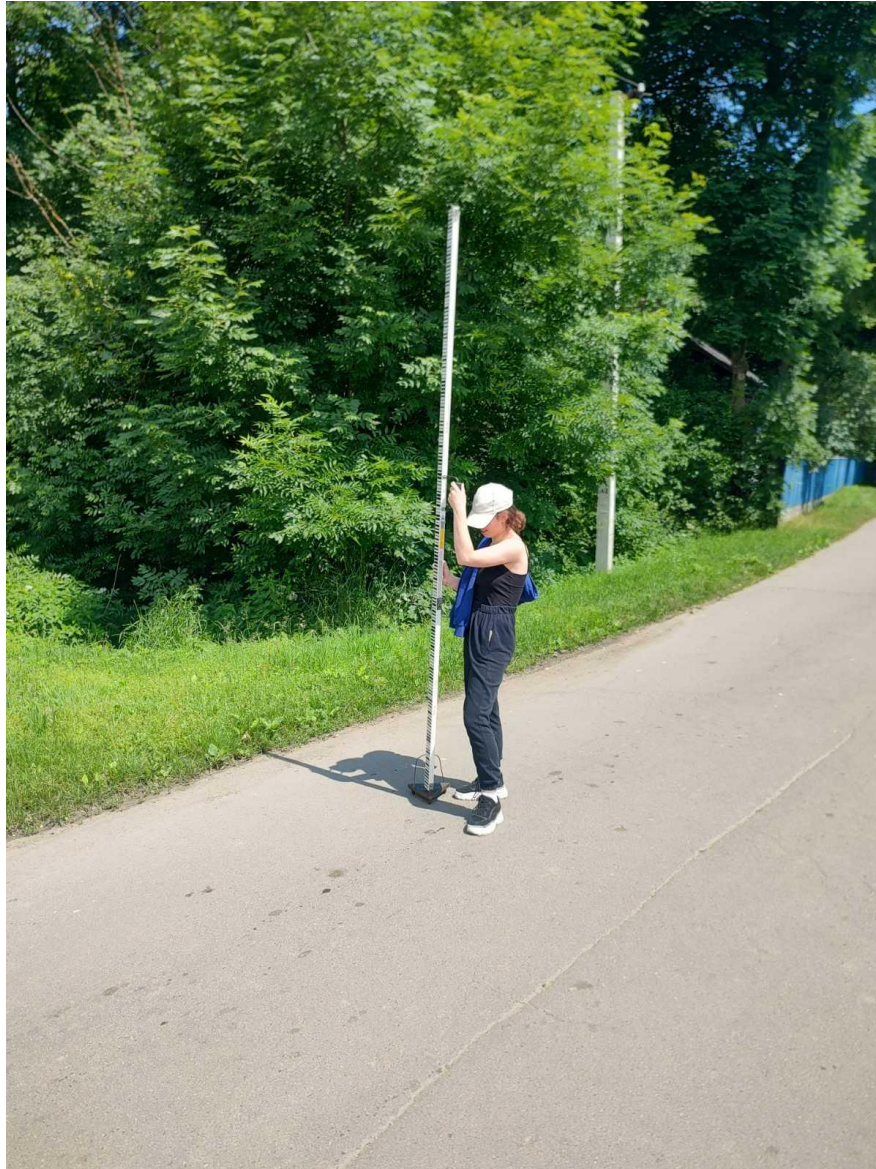


Рисунок 1.3 – Встановлення нівелірної рейки на підкладині під час нівелювання в с. Кропивник

Слід зазначити, що у 2023 р. виконано прив'язку висотної мережі рудника «Ново-Голинь» до репера ДГМ (Рп ГУГК №537), розташованого у

с. Кропивник, що сприяє підвищенню надійності результатів визначення осідань земної поверхні.

1.2 Опрацювання матеріалів топографо-геодезичних спостережень з метою встановлення фактичних осідань та обчислення прогнозованих річних осідань земної поверхні в межах рудників «Голинь», «Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, м. Калуш, вул. Європейська, мікрорайон Хотінь).

Для опрацювання результатів використано персональні комп'ютери (ноутбуки) та програму Microsoft Office Excel (контроль правильності вимірних перевищень в ходах виконувався в день вимірювання в обов'язковому порядку). За допомогою табличних формул в цій програмі створені електронні таблиці польових журналів нівелювання в форматі *.xls.

З цифрового нівеліра DL-501 дані копіювались на комп'ютер за допомогою стандартної програми Topcon link 8.2, яка автоматично конвертує польовий журнал в формат *.sdr .

Матеріали спостережень урівнювали параметричним методом і виконувалась оцінка точності вимірів із використанням спеціально розробленого програмного комплексу, що базується на вирішенні оптимізаційної задачі нелінійного програмування.

Лістинги результатів автоматизованого опрацювання, що містять дані про виміряні та вирівняні перевищення для всіх ходів, приведені в додатку Б.

Як і в серіях спостережень попередніх років, у результаті проведення спеціального дослідження найбільш стабільним репером для мережі спостережної станції рудників «Голинь» та «Ново-Голинь» прийнято Рп 33 з абсолютною відміткою $H = 311.040$ м. Обґрунтування вибору Рп 33 в якості вихідного детально описано у звіті договору № 06-36/2021 (етап 1).

На спостережній станції «Центральне каїнітове поле» (м. Калуш, вул. Європейська) у якості вихідного прийнято Рп5 профільної лінії IV, оскільки при аналізі динаміки зміни висоти даного репера від початку спостережень (VII.1968 р.) до серії спостережень X.2008 р. він осів на -7 мм, що найменше з-поміж усіх відшуканих ґрунтових реперів. Отже, при зрівнюванні висотної мережі Центрального поля у серії спостережень VI.2023 р. вихідним прийнято Рп5 з відміткою 290.845 м (як було на X.2008 р.).

Для території шахтного поля «Хотінь» були проаналізовані відомості висот опорних ґрунтових реперів профільних ліній за період X.1977-IV.2011 рр. (Таблиця 1.1). У випадку відсутності опорних ґрунтових реперів на кінцях профільних ліній аналізувалася динаміка зміни висот кінцевих реперів, віднайдених на відповідних профільних лініях. Як бачимо з таблиці 1.1, спостерігається мінімальне осідання (-1 мм) репера 211. Аналізуючи зміну висот реперів 138, 189 та 191 бачимо, що відбулося їх підняття (відповідно +15мм, +8мм та +12мм), що безумовно викликає сумнів. Вважаємо, що в серії спостережень IV.2001 р. помилково вибрано стабільні репери, відносно яких виконувалось зрівнювання. Наступним кроком проаналізовано місце розташування чотирьох вищевказаних реперів на суміщеному плані поверхні землі та з ізолініями осідань та картою підтоплення земної поверхні рудника «Калуш» шахтного поля «Хотінь». Зазначимо, що Рп211 знаходиться в межах, а Рп138 та Рп189 знаходяться на границі вже на той час існуючої мульди осідання. Куш опорних реперів Рп190, Рп191 та Рп192 знаходиться в безпечній зоні за 100-150 м від границі вищевказаної мульди. Проте у відомостях висот профільної лінії IV є значення висот тільки для Рп191. Тому вважаємо опорний Рп191 єдиним стабільним пунктом, який вдалося відшукати і приймаємо його висоту $H_{Рп191} = 276,139$ м на початок спостережень (X.1977 р.) такою, що зберіглась до цього часу.

Результати геодезичного моніторингу реперів профільних ліній за період 1957 – 2023 р.р. занесені в електронну базу даних. Створені графіки осідань

земної поверхні ілюструють динаміку осідання реперів кожної профільної лінії від моменту закладання реперів до VI.2023 р.

Таблиця 1.1 – Відомість висот опорних та кінцевих реперів профільних ліній

№ грунтового репера (профільна лінія)	Висота на дату X.1977 р., м	Висота на дату X.1989 р., м	Висота на дату IV.2001 р., м	Висота на дату IV.2009 р., м	Висота на дату IV.2010 р., м	Висота на дату IV.2011 р., м	Величина осідання за період X.1977- IV.2011 рр., мм
10 (I)	277,341	277,053	276,920	276,814	276,801	276,795	-546
211 (VI)		277,001	276,990	277,001	277,000		-1
18 (I)	278,873	278,834	278,830	278,798	278,940	278,792	-81
21 (II)	278,363	278,292	278,282	278,247	278,245	278,240	-123
138 (IV)	278,585	278,597	278,600				15
54 (III)	276,885	276,888	276,872	276,858	276,857	276,845	-40
117(II)	275,917	275,603	275,427	275,302	275,290	275,276	-641
189 (IV)	277,108	277,104	277,116				8
191 (IV)	276,139	276,132	276,151				12

Результати вимірів осідань ґрунтових реперів профільних ліній шахтного поля «Ново-Голинь» рудника «Калуш», дозволяють зробити наступні висновки:

1. Профільна лінія Рп 63 – Рп 224 Кропивник (Додаток Г.1) початок спостережень V.1979 р. Величини осідань за весь період спостережень на XII.2013 р. знаходяться в границях $-15 \div -146$ мм, станом на VI.2023 р. максимальне осідання зафіксоване на Рп 180 ($-331,7$ мм), мінімальне – на Рп 63 ($-28,5$ мм). Чітко відслідковується центр мульди зсуву в районі репера 180 (графік осідання додатку Г.1). Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу останніх 3-х серій спостережень станом на VII.2024 р. (стовбець 9 додатку Г.1) свідчать, що процес осідання на даній профільній лінії продовжуватиметься і в наступному році. Тому спостереження слід продовжувати, зважаючи на коливання середньорічної швидкості осідань реперів від останньої серії нівелювання VII.2022 р. до VI.2023 р. (стовпець 8 додатку Г.1) в границях $6,5 \div -26,7$ мм/рік.

На жаль репери на кінці цієї лінії втрачені та не спостерігаються ще з 1994 р. хоча осідання їх вже на той час досягло -24 мм і вказувало на необхідність продовження лінії за край мульди хоча б на 100 м. Потрібно терміново відновити репери з 220 до 224 і продовжити лінію заклавши ще два нові репери за межами існуючої мульди. Також слід звернути увагу на втрату через господарські роботи ділянки реперів профільної лінії від Рп 151 до Рп 176, які були розташовані поблизу житлових будинків і теж потребують відновлення.

2 Профільна лінія Рп 22/49 – Рп V Кропивник (Додаток Г.2)
початок спостережень VII.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях $0 \div -494,7$ мм тоді, як станом на VII.2022 р. максимальна величина осідання спостерігалася на Рп 22 ($-453,8$ мм). Чітко відслідковується центр мульди зсуву в районі Рп 22/49. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу останніх 3-х серій спостережень (стовбець 9 таблиці додатку Г.2) свідчать, що процес осідання продовжуватиметься і в наступному році. Середньорічна швидкість осідання від 2022 р. на ділянці лінії Рп 46 – Рп 22 становить $-24,4 \div -44,7$ мм/рік). Тому спостереження профільної лінії слід продовжувати. Зона, охоплена мульдою зсуву на даній профільній лінії за період XII.2013 р. \div VI.2023 р. розширилася від Рп 43 до Рп 35. Не зважаючи на це зміна висоти репера 33 на кінці лінії в порівнянні з 1968 р. рівна 0 мм. Тому репер 33 був прийнятий як початковий при підрахунку висот реперів всієї спостережної станції. З огляду на розширення мульди в останні роки рекомендуємо продовжити лінію закладанням двох нових реперів (у серії спостережень 1968 р. такими реперами були Рп VI та Рп V, проте від 1973 р. дані про їх висоти відсутні).

3 Профільна лінія Рп 22/49 – Рп 241 Кропивник (Додаток Г.3)
початок спостережень VII.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях $+4,0 \div -494,7$ мм. Зазначимо, що станом на VII.2022 р. максимальне осідання було

зафіксоване на Рп 22 (-453,7 мм). Як і для попередньої профільної лінії, чітко відслідковується центр мульди зсуву в районі репера 22/49 (графік додатку Г.3). Результати прогнозування на VII.2024 р. за матеріалами математико-статистичного аналізу останніх 3-х серій спостережень (наведені в стовпці 9 таблиці додатку Г.3), так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що процес осідання продовжується на ділянці Рп 25 – Рп 22 (середньорічні швидкості осідання $-13,2 \div -44,7$ мм/рік). Розширення зони, охопленої мульдою зсуву на даній профільній лінії за період VII.2022 р. ÷ VI.2023 р. відбулося від Рп 27 до Рп 28. Впевнено відслідковується край мульди в районі між Рп 28 і Рп 29, тому відновлення втрачених на кінці лінії реперів 238, 239, 240 і 241, які не спостерігаються вже останні 28 років, поки що не доцільне.

4 Профільна лінія Рп 21 – Рп I Кропивник (Додаток Г.4) початок спостережень II.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходиться в границях $-108,7$ (Рп 87) ÷ $-647,8$ мм (Рп 16). Така ж тенденція спостерігалась і у серії VII.2022 р.: максимальне осідання ($-611,1$ мм) зафіксоване на Рп 16, а мінімальне ($-106,8$ мм) – на Рп 87.

Чітко відслідковується центр мульди зсуву в районі Рп 14 ÷ Рп 19. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень (наведені в стовпці 9 таблиці додатку Г.4), так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що процес осідання продовжується на ділянці Рп 21 ÷ Рп 9 з середньорічною швидкістю $-12,2 \div -51,3$ мм/рік. Аналізуючи таблицю та графік додатку Г.4 бачимо, що уся профільна лінія охоплена мульдою зсуву. Зважаючи на вищеописане вважаємо необхідним продовжити періодичні (щорічні) спостереження за динамікою зміни висот реперів профільної лінії та відновити хоча б Рп 20, Рп 18 та Рп 17, розташовані в зоні найбільших осідань профільної лінії.

5 Профільна лінія Рп XV – РпXVI Кропивник (Додаток Г.5) початок спостережень 0V.1968 р. Величини осідань за весь період

спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях $-22,9 \div -2493,1$ мм. Зазначимо, що за результатами спостережень у серії VIII.2021 р. було зафіксоване збільшення величини осідань на ділянці Рп 127 \div Рп 120 у декілька разів (на Рп 123 величина осідання від початку спостережень становило $-1651,2$ мм). Зважаючи на те, що спостереження не велися з 2013 р., не вдалося достовірно визначити, коли саме у період XII.2013 р. \div VIII.2021 р. відбулася інтенсифікація процесу осідання земної поверхні. Проте у період VIII.2021 р. \div VII.2022 р. зафіксовані середньорічні швидкості осідання ділянки профільної лінії Рп 122 \div Рп 126 знаходяться в діапазоні $-290,1 \div -474,0$ мм/рік, що є свідченням подальшої інтенсифікації процесів осідання земної поверхні в зазначеній зоні. У період VII.2022 р. \div VI.2023 р. величини осідань на цій ділянці становили $-320,9 \div -444,4$ мм/рік, що є свідченням продовження інтенсивного просідання поверхні в районі новоутвореного озера.

Ще за результатами спостережень серії XII.2013 р. спостерігалось достатньо активне осідання в центрі профільної лінії за останні роки. Впевнено відслідковувалося розширення зони, охопленої мульдою зсуву як в сторону репера XV, так і Рп XVI. На жаль, з 2006 р. репер XVI і з 1996 р. репер XV вважались втраченими і були “знайдені” тільки в 2013 р., тому достовірно судити про динаміку розширення мульди зсуву вказаний період не є можливим.

6. Профільна лінія Рп 274 – Рп 4 Кропивник (Додаток Г.6) початок спостережень V.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень станом на VI.2023 р. знаходяться в границях $-172,5$ мм \div $-2005,8$ мм. Слід зауважити, що Рп272, на якому станом на VII.2022 р. фіксувалося осідання $-2432,5$ мм, станом на VI.2023 р. затоплено.

Аномально великі величини осідання реперів даної профільної лінії вперше були зафіксовані за результатами вимірів серії VIII.2021 р. (від Рп 265, де осідання за весь період становило $-261,4$ мм до Рп 272 – осідання становило $-1960,1$ мм). Ділянка лінії Рп 272 \div Рп 274 затоплена

новоутвореним озером, що не дозволяє визначити величини осідань реперів ділянки. Відсутність результатів спостережень у період XII.2013 р. ÷ VIII.2021 р. не дозволяє встановити, коли саме інтенсифікувався процес осідання в районі новоутвореного озера. Однак результати виконаних спостережень у період VIII.2021 р. ÷ VII.2022 р. дозволили встановити, що швидкість осідання ділянки Рп 270 ÷ Рп 272 становить $-244,3 \div -515,3$ мм/рік. У 2022-2023 р.р. максимально швидкість осідання зафіксована на Рп 271 ($-344,0$ мм/рік).

Зазначимо, що в районі Рп 267 (швидкість осідання даного репера - $69,4$ мм/рік) знаходиться житловий будинок і далі в напрямку до Рп 265 розташовані господарські двори та житлові будівлі. Тому необхідний постійний геодезичний моніторинг за динамікою осідання реперів профільної лінії для своєчасного попередження про інтенсифікацію осідання на забудованих землях.

Аналізуючи таблицю та графік додатку Г.6 можна стверджувати, що епіцентр мульди зсуву знаходиться на ділянці Рп 274 ÷ Рп 272, яка затоплена озером.

Ще у 2013 р. відзначалося достатньо активне осідання в центрі мульди. Відслідковувалося розширення зони, охопленої мульдою зсуву, в сторону репера 274. Профільну лінію слід продовжити в сторону Рп 4 (величина осідання за весь період станом на VI.2023 р. складає $-172,5$ мм), заклавши додаткові репери для того, щоб вивести кінець профільної лінії за границі мульди зсуву.

Станом на VI.2023 р. через господарську діяльність втрачені репери ділянки Рп 151 ÷ Рп XVIII, які доцільно було б відновити, оскільки репери були розташовані безпосередньо біля жилих будинків.

7 Профільна лінія Рп X – Рп 201 Кропивник (Додаток Г.7) початок спостережень VII.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях $+19,6$ мм ÷ $-530,8$ мм. Станом на VI.2023 р. максимальну величину осідання зафіксовано на Рп 21 ($-530,8$ мм). Чітко

відслідковується центр мульди зсуву в районі Рп 50 ÷ Рп 73. Результати прогнозування на VII.2024 р. за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень (наведені у стовпці 9 таблиці додатку Г.7), так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що процес осідання на даній профільній лінії поки що не стабілізувався тільки в центрі мульди (Рп 50 ÷ Рп 76, де зафіксовані середньорічні швидкості осідань більше -10 мм/рік). Тому слід виконувати щорічні спостереження зміни висот реперів зазначеної ділянки профільної лінії. Розширення зони, охопленої мульдою зсуву на даній профільній лінії за останні роки не спостерігається.

Слід звернути увагу на втрату опорних Рп XII та Рп 206, розташованих на кінцях профільної лінії, які в майбутньому необхідно відновити.

8 Профільна лінія Рп 284 – Рп 162 Сівка-Калуська (Додаток Г.8) початок спостережень VII/1968 р. Величини осідань за весь період спостережень станом на VI.2023 р. знаходяться в межах +14,0 ÷ -60,9 мм (Рп 18). Результати сумарних осідань за результатами спостережень серії VII.2022 р. знаходилися в межах від +15,6 мм до -57,7 мм. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень, так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що на ділянці від Рп 13 до Рп 162 спостерігаються незначні осідання земної поверхні, швидкість яких не перевищує -4,5 мм/рік і не викликає занепокоєння. Ділянка від Рп284 до Рп Рп13/35 стабільна. Формування мульди зсуву на профільній лінії можливо в найближчий час тільки в околицях Рп 18, де і зафіксовано максимальне осідання. Розширення зони, охопленої мульдою зсуву, на даній профільній лінії за останні роки не спостерігається.

9 Профільна лінія Рп 198 – Рп XX Сівка-Калуська (Додаток Г.9) початок спостережень IX.1979 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях +7,3 мм ÷ -213,8 мм (на Рп 178). На VII.2022 р. максимальне осідання теж було зафіксоване на Рп

178 (-210,8 мм). Чітко прослідковується формування мульди зсуву з центром в районі репера 178. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень (наведені в стовпці 9 таблиці додатку Г.9 прогнозовані величини осідань реперів на VII.2024 р.), так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що особливої уваги в майбутньому потребує ділянка Рп 178 ÷ Рп XX, реperi якої сіли на понад 10 см.

Оскільки розширення зони, охопленої мульдою зсуву на даній профільній лінії за останні роки не спостерігається, то перезакладання втрачених з 1979 р. Рп198 і з 2003 р. Рп 197 поки що недоцільне. В той же час потрібне відновлення хоча б частини реперів на ділянці Рп 195 ÷ Рп 189, оскільки до сьогодні збереглися тільки Рп 195 та Рп 189, стан яких теж незадовільний (залізний штир, вершина якого служить репером, зігнутий у горизонтальне положення, що не дозволяє встановлювати п'ятку рейки весь час в одну точку).

10 Профільна лінія Рп XX – Рп 261 Сівка-Калуська (Додаток Г.10)
початок спостережень VII.1969 р. Величини осідань за весь період спостережень на VI.2023 р. знаходяться в границях від +6,1 (Рп 167) до -260,5 мм (Рп 259). Аналіз процесів розвитку осідань земної поверхні на цій лінії утруднюється тим, що Рп 260 і 261, закладені в 1969 р., ніколи до 2013 р. не спостерігались, а ділянка від Рп 159 до кінця лінії не спостерігалась, починаючи з 1985 р. І це в той час, коли осідання розміщеного поруч з Рп 253 в 1988 р. складало -36 мм і до 2008 року плавно збільшувалось до -70 мм.

Аналізуючи величини осідань реперів за період XII.2013 р. ÷ VI.2023 р. можна стверджувати, що відсутній процес небезпечної інтенсифікації осідання реперів цієї профільної лінії. Адже швидкість осідання реперів вказаної профільної лінії протягом останнього року не перевищує -10 мм/рік (максимальна величина зафіксована на Рп XX становить -8,9 мм/рік). За результатами математико-статистичного прогнозування на основі серій

спостережень 2021-2023 р.р. можна стверджувати, що і в 2024 р. суттєвого осідання земної поверхні в районі проходження профільної лінії не відбудеться (стовбець 9 таблиці додатку Г.10).

11. Профільна лінія Рп 122 - Рп 237 Кропивник (Додаток Г.11)

початок спостережень V.1979 р. Величини осідань за весь період спостережень на XII.2013 р. знаходилася в границях $-9,0 \text{ мм} \div -250 \text{ мм}$. Однак за результатами спостережень VIII.2021 р. максимальне осідання зафіксоване на найближчому до новоутвореного озера Рп 122 і складає $-1298,2 \text{ мм}$. За результатами спостережень у серії VII.2022 р. осідання Рп 122 становило $-1564,1 \text{ мм}$., а станом на VI.2023 р. зростає до $-1858,2 \text{ мм}$. У відомості і на графіку додатку Г.11 чітко видно, що інтенсивність осідання мультди зростає від Рп 228 (сумарне осідання $-99,0 \text{ мм}$) до вищезгаданого Рп 122.

Ще за результатами вимірів XII.2013 р. чітко відслідковувався центр мультди зсуву в районі репера 122. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень (стовбець 9 таблиці додатку Г.11), так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що процес осідання на даній профільній лінії інтенсифікувався у період 2013÷2021 р.р., особливо на ділянці Рп 227 ÷ Рп 122. Так швидкість осідання Рп 122 в останній рік склала $-320,9 \text{ мм/рік}$ тоді, як у період 2021÷2022 р.р. вона становила -290 мм/рік . Тому спостереження реперів профільної лінії слід обов'язково періодично проводити і в майбутньому, звертаючи особливу увагу на ділянку Рп 228 ÷ Рп 122.

12 Профільна лінія Рп 88 – Рп 260 Кропивник (Додаток Г.12)

початок спостережень II.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень станом на VI.2023 р. знаходяться в границях від $-15,3 \text{ мм}$ на Рп 258 до $-1201,9 \text{ мм}$ на Рп 105. Станом на VII.2022 р. максимальне осідання було зафіксоване на Рп 105 ($-1197,9 \text{ мм}$). Чітко прослідковується формування мультди зсуву з центром в районі репера 105. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як

останніх 3-х серій спостережень, так і всіх серій з початку спостережень свідчать, що осідання на даній профільній лінії одні з найбільших, зафіксованих на шахтному полі. Проте зафіксована швидкість осідання в останній рік не перевищує -10 мм/рік, що свідчить про зниження інтенсифікації процесів осідання реперів даної профільної лінії. Результати виконаного прогнозу величин осідань станом на VII.2024 р. свідчать, що і в наступному році не передбачається суттєве збільшення швидкостей осідання реперів. Попри вищевказане вважаємо, що спостереження профільної лінії слід продовжувати.

Зазначимо, що через господарську діяльність людей відбулася втрата практично усіх реперів на ділянці Рп 103 ÷ Рп 248 (окрім Рп 105), розташованої в центрі мульди, що унеможлиблює отримання достовірних даних про рух земної поверхні на вказаній ділянці.

13. Профільна лінія Рп 192 – Рп 141 Кропивник (Додаток Г.13)
початок спостережень V.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень на XII.2013 р. знаходилася в границях $-5,0$ мм ÷ -363 мм. Станом на VIII.2021 р. зафіксоване максимальне сумарне осідання на Рп 276 ($-1553,1$ мм). За результатами спостережень серії VII.2022 р. осідання Рп 276 вже становить $-2010,9$ мм. На VI.2023 р. зафіксована втрата Рп 276 (під водою новоутвореного озера). Репери 140, 275 та 141 опинилися на дні новоутвореного озера, тому відомостей про їх осідання немає. У зв'язку з відсутністю результатів спостережень за період XII.2013 р. ÷ VIII.2021 р. не вдалося ідентифікувати момент інтенсифікації утворення мульди. Зазначимо тільки, що величини осідань реперів ділянки Рп 138 ÷ Рп 276 за цей період збільшилися у 2 ÷ 6 разів у порівнянні зі станом на XII.2013 р.

Зафіксована аномально висока швидкість осідання частини профільної лінії від Рп 277а до Рп 125 ($-217,5$ мм/рік ÷ $-324,9$ мм/рік), що вимагає постійного геодезичного моніторингу даної ділянки.

Ще станом на XII.2013 р. осідання за період від серії спостережень XI.2001р. перебували в границях $+7,0$ ÷ -200 мм. Окрім того вже тоді

передбачалась можлива небезпечна тенденція розширення зони, охопленої мульдою зсуву на даній профільній лінії з центром від Рп 268 до репера XVII. На той час відзначено, що аномально високе значення осідання Рп 276 (в два і три рази більше від сусідніх) спостерігається ще з 1986 р. На жаль репери 274, 273, 143 втрачені і це не дає можливості зробити прогнозування процесів на цій ділянці, тому їх треба обов'язково відновити.

Результати математико статистичного прогнозування на основі трьох останніх серій спостережень свідчать, що інтенсивне осідання ділянки Рп 278 ÷ Рп 125 продовжиться і в наступному році.

Зважаючи на вищеописане рекомендуємо в майбутньому особливу увагу приділити спостереженню за осіданнями реперів цієї профільної лінії – особливо в районі новоутвореного озера (Рп 279 – Рп 125).

14 Профільна лінія Рп V – Рп VIII Сівка-Калуська (Додаток Г.14)
початок спостережень V.1968 р. Величини осідань за весь період спостережень станом на VI.2023 р. знаходяться в границях від +17,8 мм на Рп 30 до -17,7 мм на Рп 13/35. Станом на VII.2022 р. було зафіксоване максимальне сумарне осідання на Рп 13/35 (-17,3 мм) Осідання репера 43 на кінці лінії (-57,8 мм) можна не приймати до уваги, оскільки він невдало закладений на краю узбіччя русла річки і причиною його осідання можуть бути і ерозійні процеси. Ніякі ознаки формування мульди зсуву на даній профільній лінії поки що не проявлялись. Результати прогнозування за матеріалами математико-статистичного аналізу як останніх 3-х серій спостережень (наведені в стовпці 9 таблиці додатку Г.14), так і всіх серій з початку спостережень також свідчать про відсутність процесу осідання.

15 Профільна лінія Рп 253 - Рп 280 Сівка-Калуська (Додаток Г.15)
початок спостережень IX.1979 р. Величини осідань за весь період спостережень станом на VI.2023 р. знаходяться в границях від -9,1 мм (Рп 280) до -159,5 мм (Рп 274). Станом на VII.2022 р. найбільше осідання теж було зафіксоване на Рп 274 (-156,3 мм). Результати спостережень 2013 р. дозволили стверджувати про формування мульди зсуву на ділянці Рп 253 ÷

Рп 275. Цей висновок підтверджується і результатами спостережень на профільній лінії ХХ-253 (Додаток Г.10).

Середньорічна швидкість осідання реперів профільної лінії не перевищує -6 мм/рік за результатами серій спостережень 2022-2023 р.р., що свідчить про стабілізацію процесів осідання. Результати математико-статистичного прогнозування осідань реперів профільної лінії свідчать, що і в наступному році інтенсивних осідань реперів профільної лінії не передбачається.

16 Репери шахтного поля «Хотінь» у м. Калуш (Додаток Г.16)

Початок спостереження ґрунтових реперів різних профільних ліній наведено в стовпці 9 таблиці додатку Г.16. Зазначимо, що остання серія спостережень шахтного поля була виконана ХІ.2017 р.

При дослідженні процесів осідання земної поверхні шахтного поля було проаналізовано величини осідань ґрунтових реперів, розташованих у різних частинах мульди зсуву, побудованої за результатами спостережень 2017 (рис. 1.2.1). Так Рп 128, Рп 115, Рп 159 та Рп 160 розташовані в центрі мульди у зоні зафіксованих осідань понад 1 метр (за період 1977-2017 рр.); Рп 71, Рп 9, Рп 173 та Рп 111 знаходяться в зоні осідань від 0,5 м до 1 м. В той же час Рп 191, Рп 138 та Рп 138 розташовані за межами або на краю мульди, де протягом останніх 45 років осідання земної поверхні не відбувалися.

Результати вимірів осідань ґрунтових реперів профільних ліній шахтного поля «Центральне» рудника «Калуш», дозволяють зробити наступні висновки:

На профільній лінії VI визначено висоти Рп5, Рп6 та Рп17 – початок спостереження VII.1968 р. У період Х.2008-ХІ.2018 рр. спостереження вказаних реперів не велися. Станом на ХІ.2018 рр. зафіксована середньорічна швидкість осідання Рп6 та Рп17 становила -1 мм/рік. Проте за результатами спостережень VIII.2021 р. встановлено, що Рп 17 не зберіг свою стабільність (величина осідання складає -18,4 мм). У результаті

спостережень у серії VII.2023 р. бачимо, що відмітки Рп 6 та Рп 17 у порівнянні з попередньою серією практично не змінилися.

Репери, встановлені на обочині **вул. Європейська** (болти кріплення опор ліхтарів освітлення на вулиці) – початок спостереження VII.2008 р. (Додаток Д). У період XI.2009-XI.2018 рр. спостереження не велися. Протягом вказаного періоду зафіксована поява горбів випирання зсуву на ділянках Рп1-Рп3 та Рп11-Рп12, що свідчить про те, що підпірна стінка кладовища перестала виконувати свою функцію. Станом на V.2022 р. зафіксоване підняття реперів максимум на +27,9 мм (Рп1). Результати спостережень VII.2023 р. свідчать про те, що за останній рік відбулося рівномірне осідання реперів ділянки на $3 \div 5$ мм.

На ділянці Рп4-Рп10 зафіксоване незначне осідання реперів з максимумом на Рп 8 (-105,1 мм).

На ділянці Рп14-Рп17 зафіксовані осідання реперів від -126,0 мм на Рп14 до -241,7 мм на Рп15.

Порівнюючи результати серії спостережень VII.2023 р. з результатами станом на V.2022 р. можна зробити висновок, що ніяких аномальних осідань на вказаній ділянці за цей період не відбулося. Зафіксовані величини річних осідань станом на VII.2023 р. коливаються в межах 5 мм, що не викликає занепокоєння.

1.3 Побудова мульд осідання земної поверхні та аналіз напрямків та швидкостей зміни розмірів мульди за останні роки в межах рудників «Голинь», «Ново-Голинь» та «Калуш» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська, м. Калуш, вул. Європейська, мікрорайон Хотінь).

Мульди осідання в с. Кропивник, с. Сівка-Калуська

Відсутність достовірних матеріалів планової прив'язки профільних ліній, а саме (відзначені відхилення в плановому положенні реперів відносно чітких контурів місцевості та існуючих будівель, які досягають

величин порядку 10 м, відхилення в фактичних віддаль між реперами профільних ліній і їх планового положення (проектного) на наданому картографічному матеріалі на територію рудника «Ново-Голинь», зумовили необхідність розроблення методики розрахунку та візуального зображення планового положення мульд зсуву, яка враховувала б ці факти. Основні положення розробленої методики наступні:

- з використанням програмного комплексу DIGITALS створено електронну ортофотокарту території шахтного поля рудника на площу 4 км² в системі координат 1963 р. (Ск63) та обмінний файл в форматі *.tif, об'ємом 1 Гб ;

- обмінний файл передано в програмний комплекс AutoCad і наявними в ньому засобами, на електронну карту нанесено положення реперів профільних ліній. При цьому використано, як дані виконаної польової прив'язки реперів до чітких контурів і будівель, які гарантовано віддешифровані на електронній карті, так і фактичні віддалі між реперами виміряні в натурі;

- на електронній карті в AutoCad визначено планові координати всіх реперів і передано в електронну таблицю Excel;

- електронну таблицю Excel доповнено значеннями осідань реперів за весь період спостережень і передано в графічний редактор AutoCad.

- у графічному редакторі AutoCad побудовано шар електронної карти з ізолініями рівних осідань з висотою перерізу 50 мм,

- В AUTOCAD підготовлено до друку електронний варіант ортофотокарти з шарами, які відображають:

- Шар 1- положення,
- Шар 2 –назви,
- Шар 3- величини осідань реперів профільних ліній
- Шар 4 - ізолінії рівних осідань,

- Шар 5 - координатна сітка через 500 м в системі координат 1963 р. (Ск63) (точність нанесення координатної сітки відповідає масштабу 1:10 000).

На поверхні рудника «Ново - Голинь» згідно побудованих мульд (див. додатки Е.1 та Е.2) можна побачити чотири зони просідання. Розглянемо першу із них (рис. 1.4).

У 2022 році найбільше просідання знаходиться на репері №144 і становило 2,44 м. Під час спостережень у 2023 році даний репер був уже затоплений і тому найбільше просідання знаходиться на репері №123 і становить 2,49 м. Там де знаходяться репери №272, №143, №271... №275, №140 на даний час знаходиться озеро. Тому можна припустити, що просідання там значно більші.

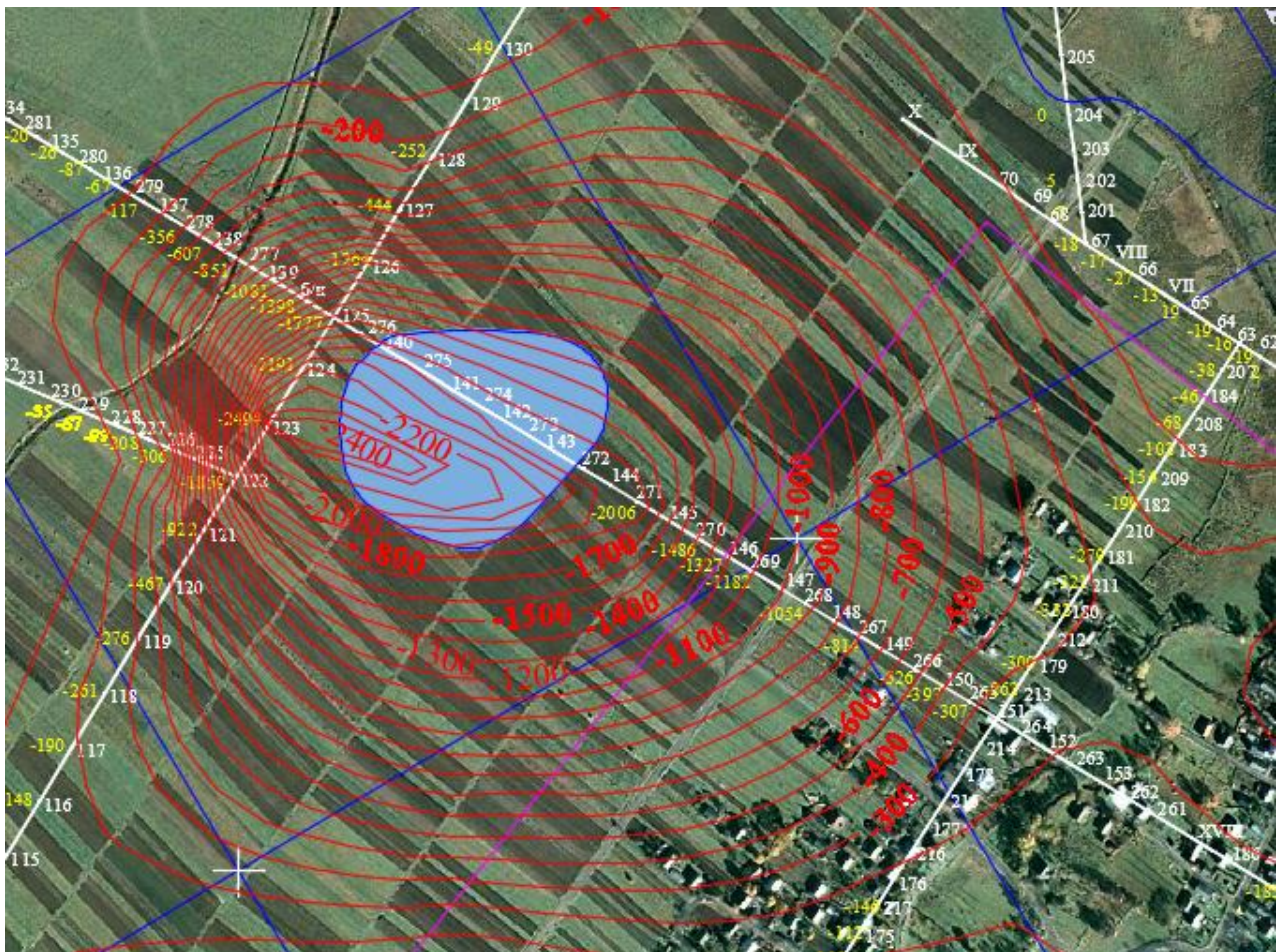






Рисунок 1.4 – Мульди осідання земної поверхні (фрагмент 1)

Розглянемо позначення які зображені на даному фрагменті.

-  - мульди осідань з висотою перерізу 100 мм;
-  - значення осідань в мм.
-  - номери реперів профільних ліній;
-  - Загальне осідання станом на 2022р.

Порівнюючи отримані результати з даними 2021 р. (рис. 1.5) можна зробити висновок, що осідання земної поверхні на берегах новоутвореного озера становлять близько 0,8 м (це підтверджують результати, отримані на Рп). За рік дана зона мала максимальне просідання на 408 мм на репері №123, так як це зображено на рис. 1.6. Із даного рисунка та із порахованих значень можна встановити, що максимальна середньорічна швидкість осідання за період VII.2022 - VI.2023 рр., становить 444,4 мм/рік.

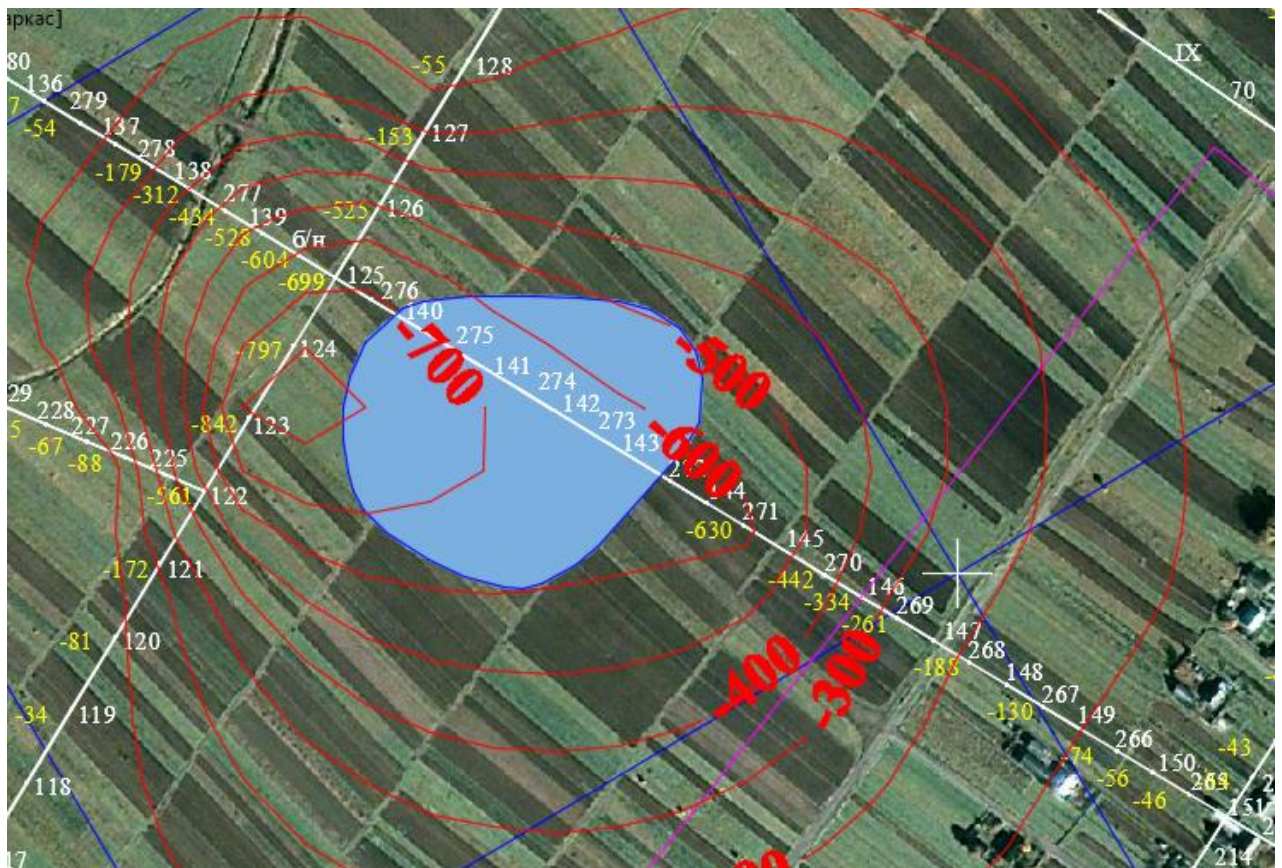


Рисунок 1.5 – Мульди осідання земної поверхні від 2021 року

Зазначимо, що з наближенням до господарських дворів величини осідань зменшуються і в районі рноташування крайніх хат зафіксована величина осідання за останній рік становить 27 мм на репері №150. Осідання, які були від 2021, року становить 56 мм на репері №150, а за весь період осідання становити 397 мм на репері №150.

На графіку осідання ґрунтових реперів профільної лінії Рп 274 - Рп 4 рудника Ново-Голинь (Кропивник) за результатами вимірів V-1968-VI-2023 р.р. можемо побачити, з якою швидкістю дані репери осідають.

Дана інформація, яка характеризує осідання на побудованих мульдах, не є достовірною тому, що істинні осідання визначені на реперах профільних ліній, а інші змодельовані програмно.

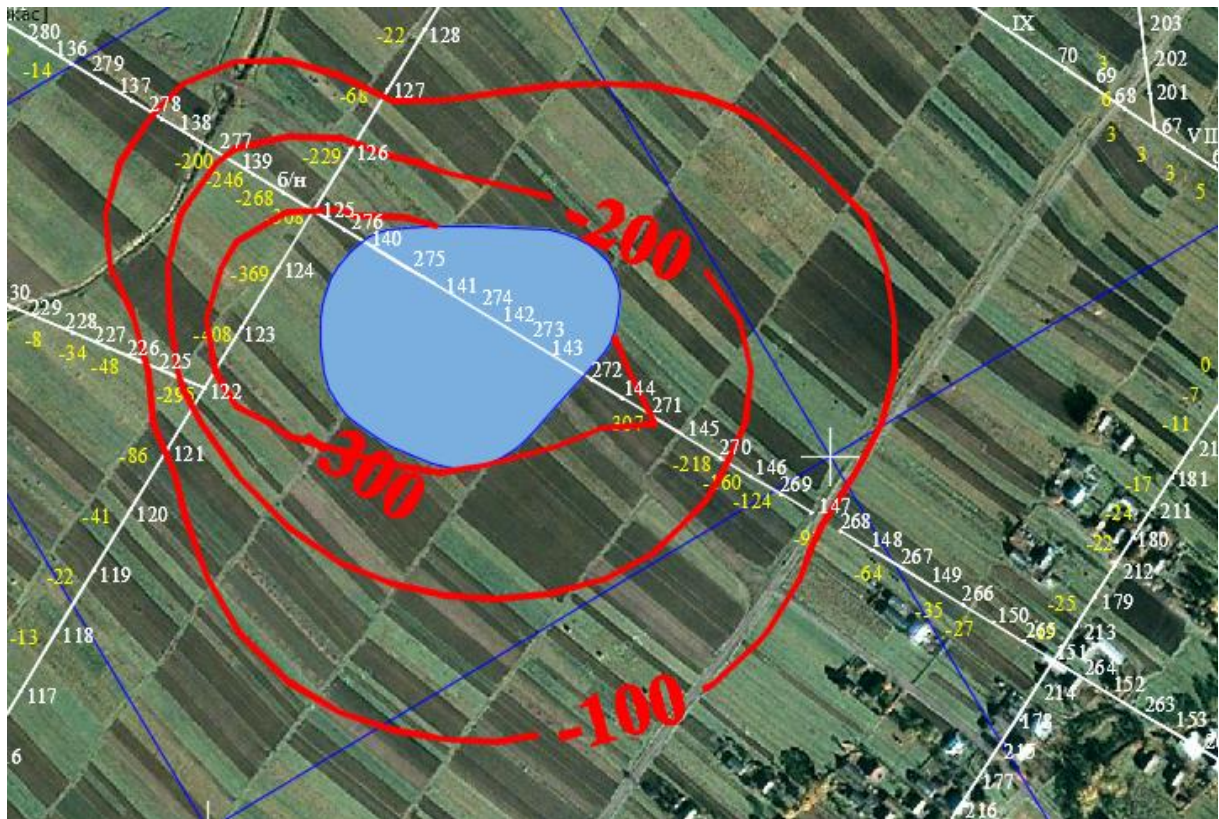


Рисунок 1.6 – Мутьди осідання земної поверхні від 2022 року

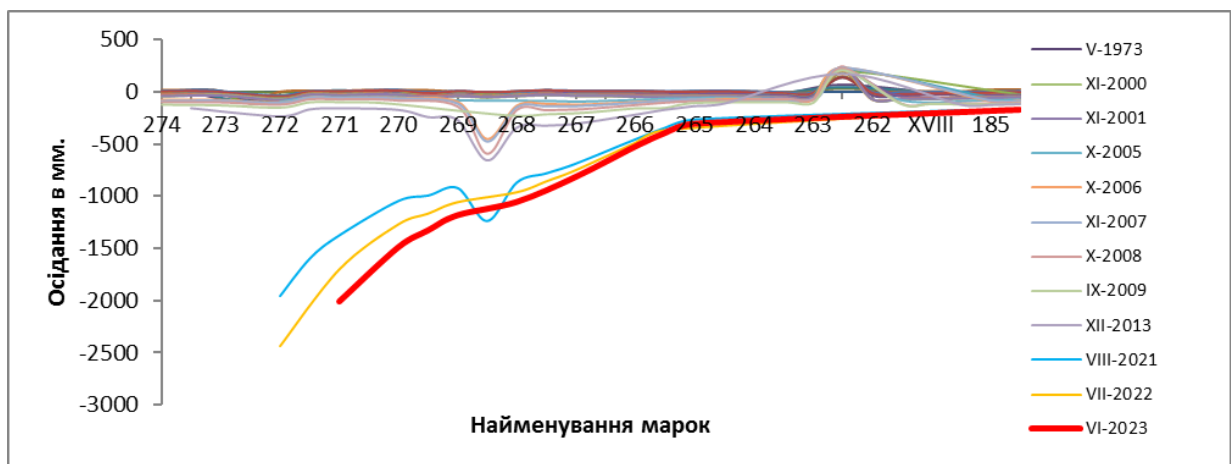
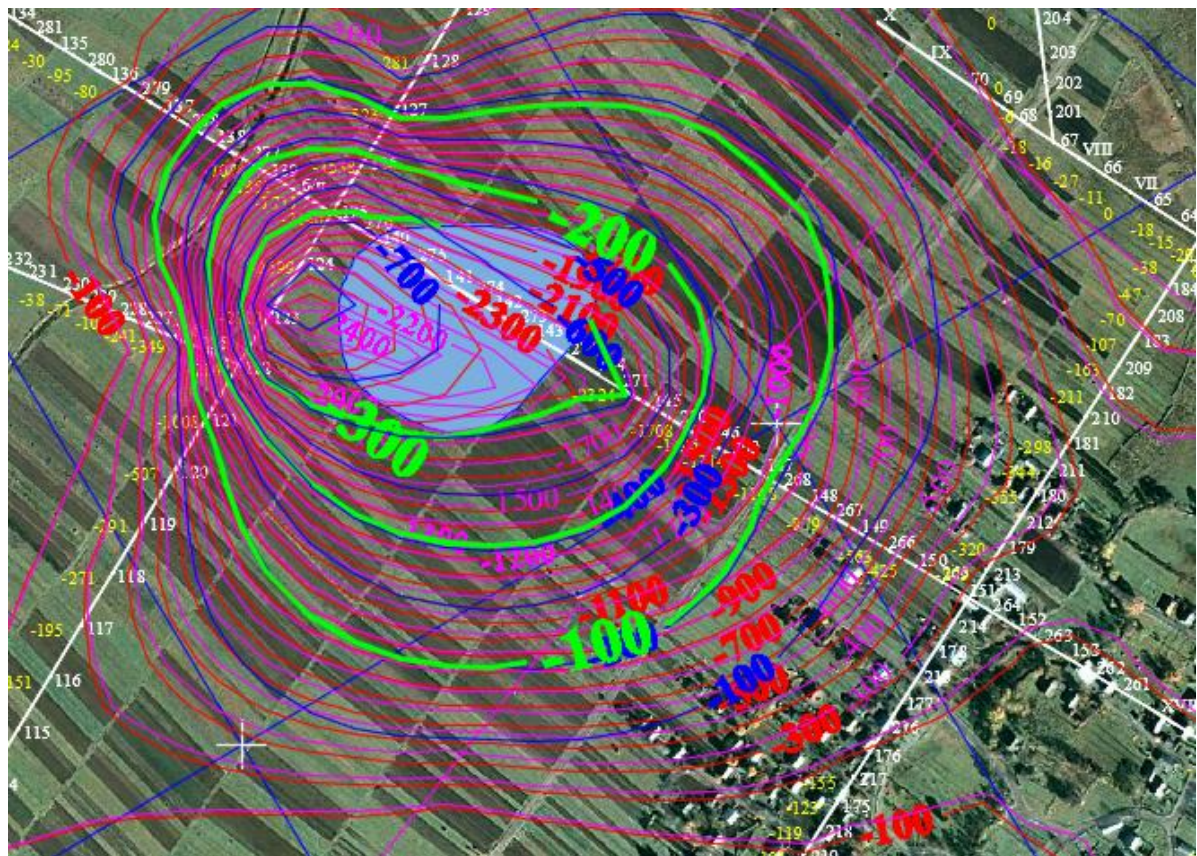


Рисунок 1.7 – Усі мульд осідання земної поверхні

Наприклад, на рис. 1.7 деякі житлові будівлі просіли на 93 мм на репері №219, на 109 мм на репері №218, на 112 мм на репері №175, на 146 мм на репері №217. Це істинні значення, які були встановлені згідно топографогеодезичних робіт. Згідно побудованих мульд, деякі житлові будівлі просідають на 200 – 700 мм. Але ця інформація не є дійсною, а розрахованою програмою. Для більш точної побудови мульд слід закладати поперечні профільні лінії.



Рисунок 1.8 – Недостовірність побудови мульд осідання земної поверхні

Друга зона осідання зображена на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Мульди осідання земної поверхні (фрагмент 2)

Найбільше просідання знаходиться на репері №16 і становить 648 мм. Порівнюючи отримані результати з даними 2022 року можна зробити висновок, що річні величини осідань в центрі мульки (Рп 18) складають 47 мм. як це зображено на рис.1.10.

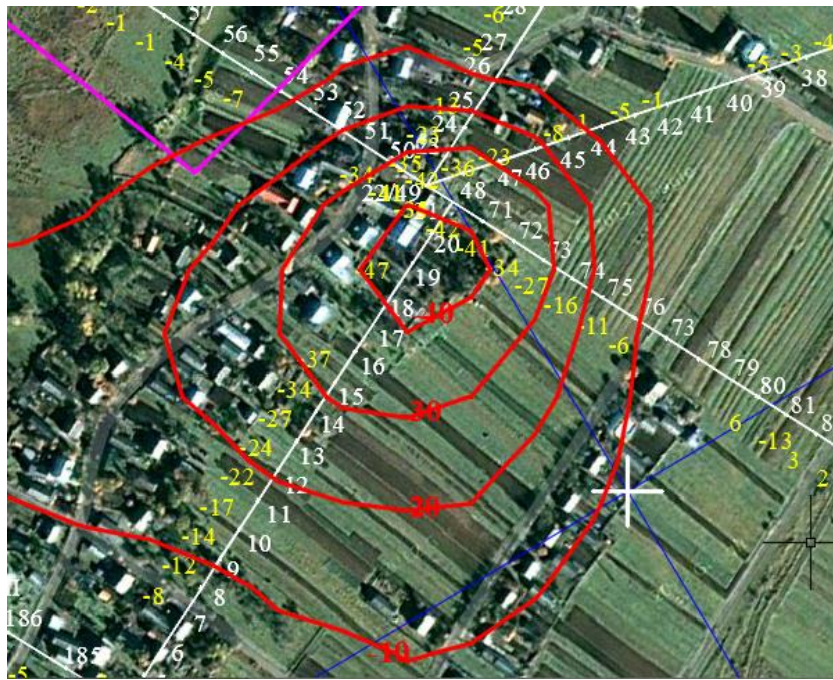


Рисунок 1.10 – Мульди осідання земної поверхні від 2022 року

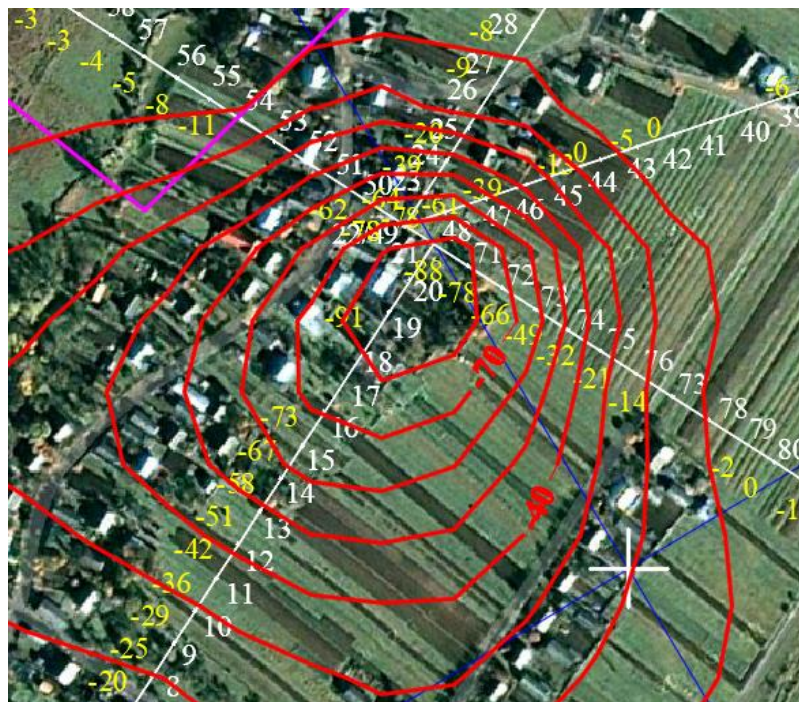


Рисунок 1.11 – Мульди осідання земної поверхні від 2021 року

Також порівнюючи отримані результати з даними від 2021 року можна зробити висновок, що величини осідань в центрі мульди (Рп 18) складають 91мм. як це зображено на рис. 1.11.

Третя зона осідання знаходиться на реперній лінії яка проходить на окраїні с. Кропивник та зображена на рисунку 1.12.

Найбільше просідання знаходиться на репері №105 і становить - 1,202 м. За останній рік відносно попередньої серії спостережень в центрі мульди спостерігається осідання земної поверхні на величину порядку 5 мм., а за два роки становить 17 мм. Тому можна вважати дану зону осідання затухаючою.

Дана інформація, яка характеризує осідання на побудованих мульдах не є достовірною тому, що істинні осідання визначені на реперах профільних ліній, а інші змодельовані програмно (див. вище).

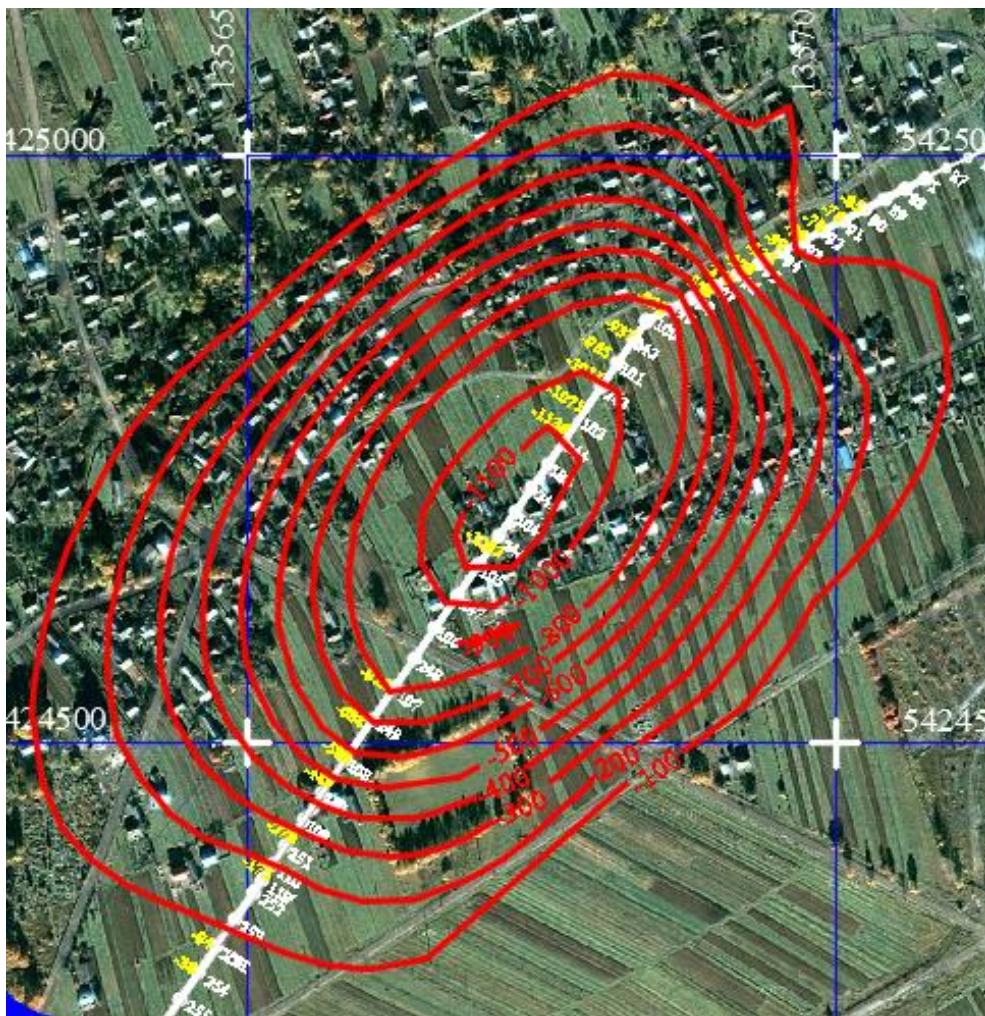


Рисунок 1.12 – Мульди осідання земної поверхні (фрагмент 3)

Отже можна вважати, що глибина мульди зрушення над гірничими виробками залежить від коефіцієнту вилучення корисної копалини і від ступеня заповнення виробок сухим матеріалом. При неглибокому заляганні

рівня ґрунтових вод у мульдї зрушення утворилося озеро (репери №272, №143, №271... №275, №140).

Для відслідковування фактичної динаміки утворення мульд осідання над шахтними полями найдієвішими є методи геодезичних спостережень, зокрема періодичне (з частотою хоча б 1 серія/рік) виконання геометричного нівелювання існуючих реперних ліній. У результаті такого моніторингу можна зафіксувати зміни швидкості осідань точок земної поверхні та встановити місця можливого утворення провалів.

Також на дану тану територію створено карту висот реперів із якої можна побачити, що рівень озера знаходиться вище від струмка на три метри (рис. 1.13). З цього можна зробити припущення, що озеро можна спустити у струмок. Мінімальна віддаль від озера до струмка становить 500 м.

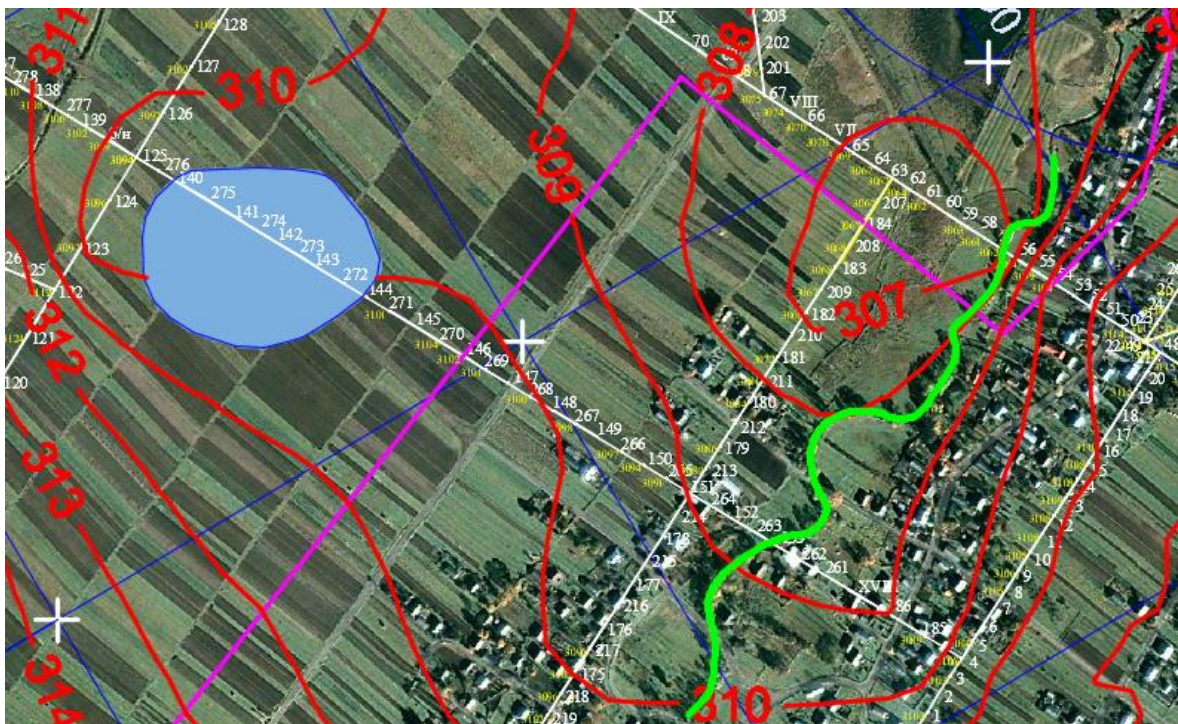


Рисунок 1.13 – Карта висот реперів шахтного поля.

Отже у першій зоні зафіксована швидкість осідання реперів на березі новоутвореного озера становить близько -400 мм/рік. У другій зоні зафіксована швидкість осідання реперів у центрі мульдї становить близько

-50 мм/рік. У третій зоні зафіксована швидкість осідання реперів у центрі мульди становить близько -5 мм/рік., що свідчить про затухання.

Процес осідання земної поверхні в межах рудника «Калуш» інтерпретовано у вигляді графіка по лінії вздовж вул. Європейська (рис. 1.14). Побудувати мульду для даної ділянки неможливо, оскільки на ній присутня тільки одна профільна лінія.

Співставляючи результати спостережень у серії VII.2023 р. з результатами станом на V.2022 р. бачимо, що зміни у висотному положенні реперів знаходяться в межах 5 мм (Додаток Д). Отже, по вказаній профільній лінії не зафіксовано небезпечних осідань земної поверхні протягом останнього року.



Рисунок 1.14 – Графік осідань реперів по вул. Європейська в м. Калуш

Мульди осідання в мікрорайоні Хотінь

На поверхні мікрорайону Хотінь на рис. 1.15 (додаток Е.3) можемо побачити, що досліджувані репери розташовані по всій площині мульди у місцях, де розташовані господарські домоволодіння. Аналізуючи величини осідань ґрунтових реперів таблиці додатку Г.16, бачимо, що максимальна величина осідання за період 2017-2023 рр. зафіксована на Рп 115 в центрі мульди (-76,3 мм). Таке осідання відповідає середньорічній швидкості осідань менше -13 мм/рік, що свідчить про стабілізацію процесу осідання навіть в центрі мульди зсуву.

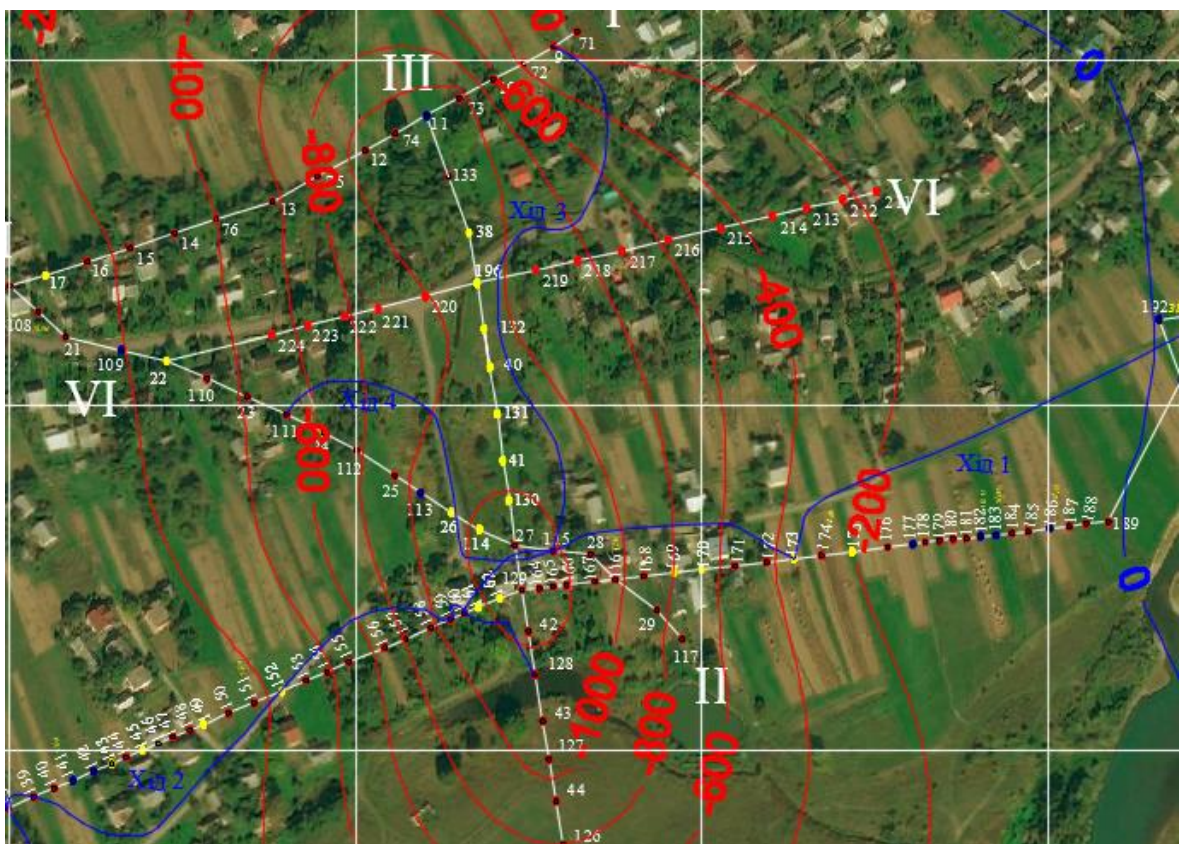


Рисунок 1.15 – Мульди осідання в мікрорайоні Хотінь

Усі інші величини осідань у стовпці 6 таблиці додатку Г.16 значно менші. Тож, можемо зробити висновок, що процес осідання в межах шахтного поля «Хотінь» стабілізувався. Для моніторингу осідання земної поверхні в майбутньому пропонуємо провести наступний моніторинг шахтного поля через 3 роки.

1.4 Побудови прогнозної карти мульд осідання земної поверхні в межах рудників «Голинь» та «Ново-Голинь» (с. Кропивник, с. Сівка-Калуська).

Для прогнозування осідань використано математичні моделі апроксимації, які описують розподіл зміщень в залежності від часового інтервалу геодезичних спостережень.

Спостереження за осіданнями ґрунтових реперів профільних ліній у межах рудників «Голинь» та «Ново-Голинь» безперервно велися протягом останніх трьох років (2021-2023 рр.). За результатами зафіксованих фактичних вертикальних переміщень земної поверхні шляхом апроксимаційних обчислень визначено прогнозовані величини осідань ґрунтових реперів профільних ліній станом на VII.2024 р. (стовбець 9 таблиць додатку Г) (рис. 1.16).

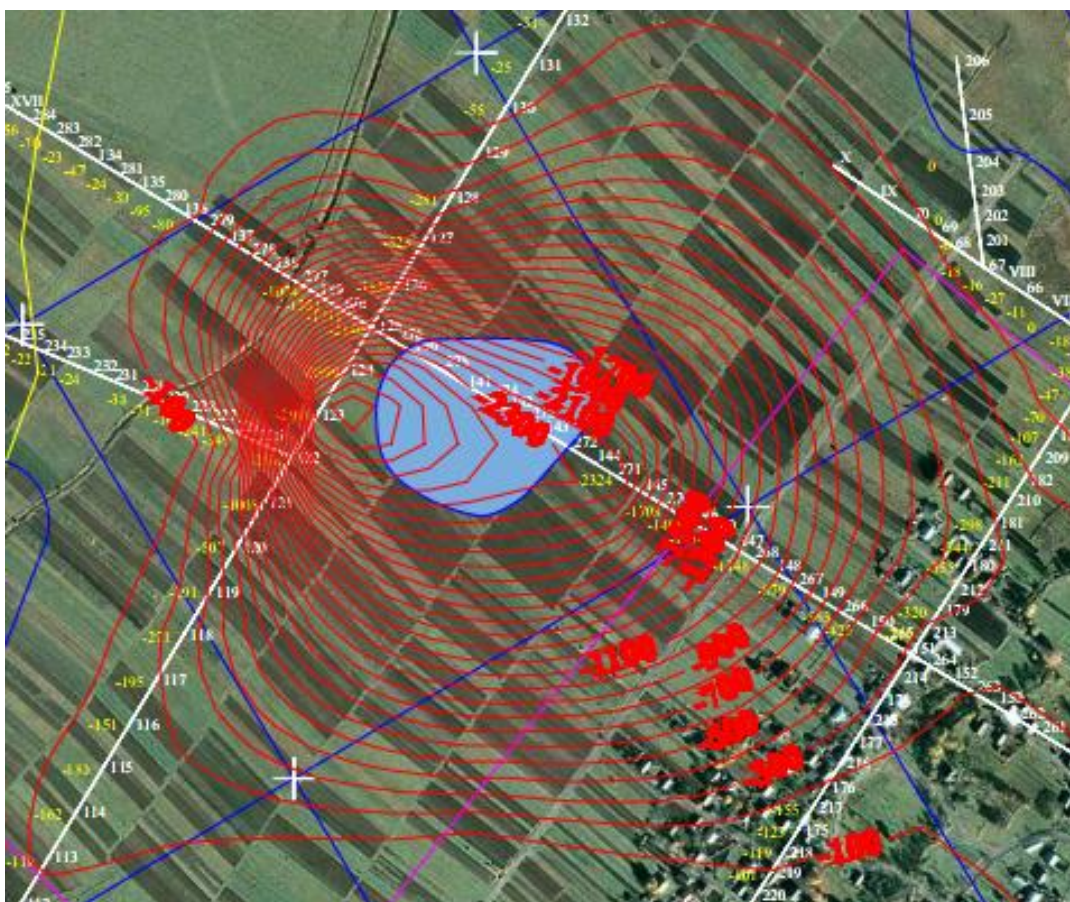


Рисунок 1.16–Прогнозна карта мульд осідання земної поверхні (фрагм. 1)

В результаті побудови прогнозної карти мульд осідання земної поверхні (додаток Ж) виділені наступні зони, в межах яких прогножуються найбільші величини осідань земної поверхні протягом наступного року.

Перша ділянка знаходиться в північно-східній частині с. Кропивник, в епіцентрі якої знаходиться новоутворене озеро (рис. 1.16). Як бачимо з рис. 1.16, а також з аналізу таблиць і графіків додатків Г.5 та Г.6, прогнозується розширення мульди осідання у напрямку с. Кропивник.

Так прогнозована сумарна величина осідання земної поверхні станом на VII.2024 р. на краю озера становить понад 2,5 м. В той же час обчислена прогнозована величина осідання за період 2023-2024 рр. на краю озера становить близько 400 мм тоді, як в районі Рп 267, розташованого в районі найближчого до озера господарського двору, прогнозована величина осідання складає близько 70 мм за той же період.

На рис. 1.16 бачимо, що в районі найближчих до озера господарських дворів величина прогнозованого осідання земної поверхні від початку спостережень складає 500÷900 мм. Друга ділянка знаходиться в районі перетину чотирьох профільних ліній у північно-східній частині с. Кропивник (рис. 1.17).



Рисунок 1.17 – Прогнозна карта мульд осідання земної поверхні (фрагм. 2)

Аналізуючи дані додатків Г.2, Г.3, Г.4, Г.7 та рис. 1.17 слід зауважити, що максимальна величина осідання прогнозується в районі Рп 19 і становитиме близько 45 мм протягом 2023-2024 рр. Прогнозується розширення вказаної мульди переважно у південно-західному напрямку. Зазначимо, що прогнозовані напрямки розвитку мульд з рис. 1.16 та 1.17 можуть свідчити про їх злиття у майбутньому в одну велику мульду.

Третя ділянка розташована в центральній частині с. Кропивник у межах Рп 95 ÷ Рп 110 профільної лінії Рп 88 – Рп 260 (рис.1.18 та додаток Г.12).



Рисунок 1.18 – Прогнозна карта мульд осідання земної поверхні (фрагм. 3)

Зазначимо, що хоч величини сумарних осідань ґрунтових реперів даної ділянки станом на 2023 р. сягають величини 1200 мм, проте результати вимірів 2021-2023 рр. свідчать про те, що процес осідання на даній ділянці знаходиться в процесі затухання. Тому прогнозовані величини осідань земної поверхні в межах ділянки на період 2023-2024 рр. становлять не більше 15 мм.

З аналізу осідань ґрунтових реперів профільних ліній в районі с. Сівка-Калуська (додатки Г.8, Г.9, Г.10, Г.14, Г.15) робимо висновок, що прогнозовані осідання на період 2023-2024 рр. знаходяться в межах 5 мм.

1.5 Надання прогнозу щодо утворення зон просідання земної поверхні на наступні 10-15 років та визначення житлових будинків, які потрапляють у небезпечну зону просідання земної поверхні, мешканці яких потребують відселення.

На основі отриманих матеріалів топографо-геодезичних спостережень (відомостей висот ґрунтових реперів профільних ліній, графіків осідання земної поверхні по профільних лініях та мульд осідання) можна зробити висновок про подальше просідання земної поверхні на наступні 10-15 років тільки за умови збереження існуючої на сьогодні тенденції процесів осідання.

Беручи до уваги також той факт, що проект розробки рудника «Ново-Голинь» на території сіл Сівка-Калуська і Кропивник передбачає просідання земної поверхні до 27 метрів, а також результати річного прогнозу, наведені в п. 1.4, робимо висновок, що в найближче десятиліття відбуватиметься поглиблення та розширення в напрямку господарських дворів с. Кропивник мульди в районі новоутвореного озера (рис. 1.16). Середньорічна швидкість осідання земної поверхні в районі берегової лінії становитиме 300÷500 мм/рік, поступово знижуючись у міру віддалення від центру мульди.

За умови збереження існуючої на сьогодні тенденції розвитку мульд, розташованих у північній частині с. Кропивник (рис. 1.16 та рис. 1.17) відбудеться їх подальше об'єднання.

Тому, в першу чергу, потребуватимуть перенесення або відселення житлові будинки, розташовані у південно-східній частині мульди (рис. 1.16). Якщо знесення або перенесення за межі зони впливу гірничих робіт виконати неможливим або є економічно недоцільним, усі об'єкти поверхні підлягають обов'язковій охороні від шкідливого впливу гірничих робіт згідно “Вимог щодо забезпечення заходів охорони об'єктів поверхні в умовах шкідливого впливу гірничих робіт”, затверджених Наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України 11 грудня 2020 р. за номером 2602 (далі “Вимог”).

Слід звернути увагу, що за результатами спостережень у серіях 2021-2023 рр. зафіксовано інтенсифікацію процесу осідання у північно-східній частині с. Кропивник (рис. 1.17, додатки Г.2, Г.3, Г.4 та Г.7). Протягом останнього року в центрі мульди зафіксована швидкість осідання понад 40 мм/рік в той час, коли у період 2013-2021 рр. середньорічна швидкість осідання становила тут 20÷25 мм/рік. У зоні розташування даної мульди знаходяться понад 20 господарських дворів тільки на території, де станом на 2023 р. зафіксовані осідання становлять понад 200 мм за весь період спостережень.

Аналізуючи мульду, утворену посередині профільної лінії Рп 88 – Рп 260 (рис. 1.18), станом на VI/2023 р. фіксуємо стабілізацію процесу осідання, оскільки швидкість осідання ґрунтових реперів, зафіксована протягом останнього року, не перевищує 10 мм/рік. Зауважимо, що для достовірного визначення ширини мульди осідання на вказаній ділянці необхідно закласти поперечну до існуючої профільну лінію в районі Рп 244 ÷ Рп 105. В межах розташування вказаної мульди знаходяться понад 30 господарських дворів. При збереженні існуючої швидкості осідання земної поверхні на ділянці суттєвої загрози для збереження цілісності

розташованих на ній будівель у наступні 10-15 років немає. Проте, зважаючи на те, що в центрі мульди зафіксовані величини осідань від початку спостережень складають понад 1 м, слід продовжувати моніторинг даної ділянки для фіксації можливого відновлення процесів інтенсивних осідань на цій ділянці.

У межах профільних ліній, розташованих на забудованій території с. Сівка-Калуська, максимальна величина осідання земної поверхні не перевищує 200 мм, а зафіксовані протягом останнього року швидкості осідань знаходяться в межах 5 мм/рік. Це дозволяє говорити про відсутність значного впливу на будівлі наявних на сьогодні процесів осідання.

Наголошуємо, що наявні на сьогодні неперервні щорічні результати спостережень тільки в трьох серіях (2021, 2022 та 2023 рр.) не дозволяють з упевненістю виконувати апроксимацію на період 10-15 років і потребують підтвердження шляхом виконання подальшого щорічного геодезичного моніторингу профільних ліній рудників «Голинь» та «Ново-Голинь». Цього ж вимагають і чинні нормативні документи, що детально описано в розділі 3.6 звіту за договором №184/2022 від 14.04.2022 р.

2. ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

2.1 Геофізичні спостереження по вул. Європейська (Центральне каїнітове поле) та вул. Глібова (Північно каїнітове поле) м. Калуш

Профільні та площинні спостереження методом ПЕМПЗ виконано на двох шахтних полях рудника «Калуш», а саме Центральне каїнітове та Північно каїнітове поле. На Центральному каїнітовому полі проведено режимні профільні спостереження, на Північному каїнітовому полі виконано першу серію спостережень.

Центральне каїнітове поле, вул. Європейська

Профільні лінії проходять вздовж автомагістралі по вул. Європейській, яка знаходиться в зоні впливу гірничих виробок Центрального каїнітового поля. Дослідження виконано із двох сторін автодорожного полотна. Профілі виконані по опорних геодезичних пунктах та деталізовані додатковими спостереженнями між ними.

Для вивчення геологічного розрізу із глибиною виконано чотири серії спостережень на різних частотних діапазонах. Зміна частотного діапазону дає можливість виявлення зон, що пов'язані з напруженим станом на різних глибинах. Серії спостережень:

1. Частота спостережень 2 – 50 кГц – широкий діапазон частот;
2. Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот;
3. Частота спостережень 16 – 36 кГц – середній діапазон частот;
4. Частота спостережень 36 – 50 кГц – високий діапазон частот;

Загальна кількість фізичних точок спостереження по вул. Європейська склала 176 вимірів. Схема розташування геофізичних профілів досліджень методом ПЕМПЗ представлена на рис. 2.1

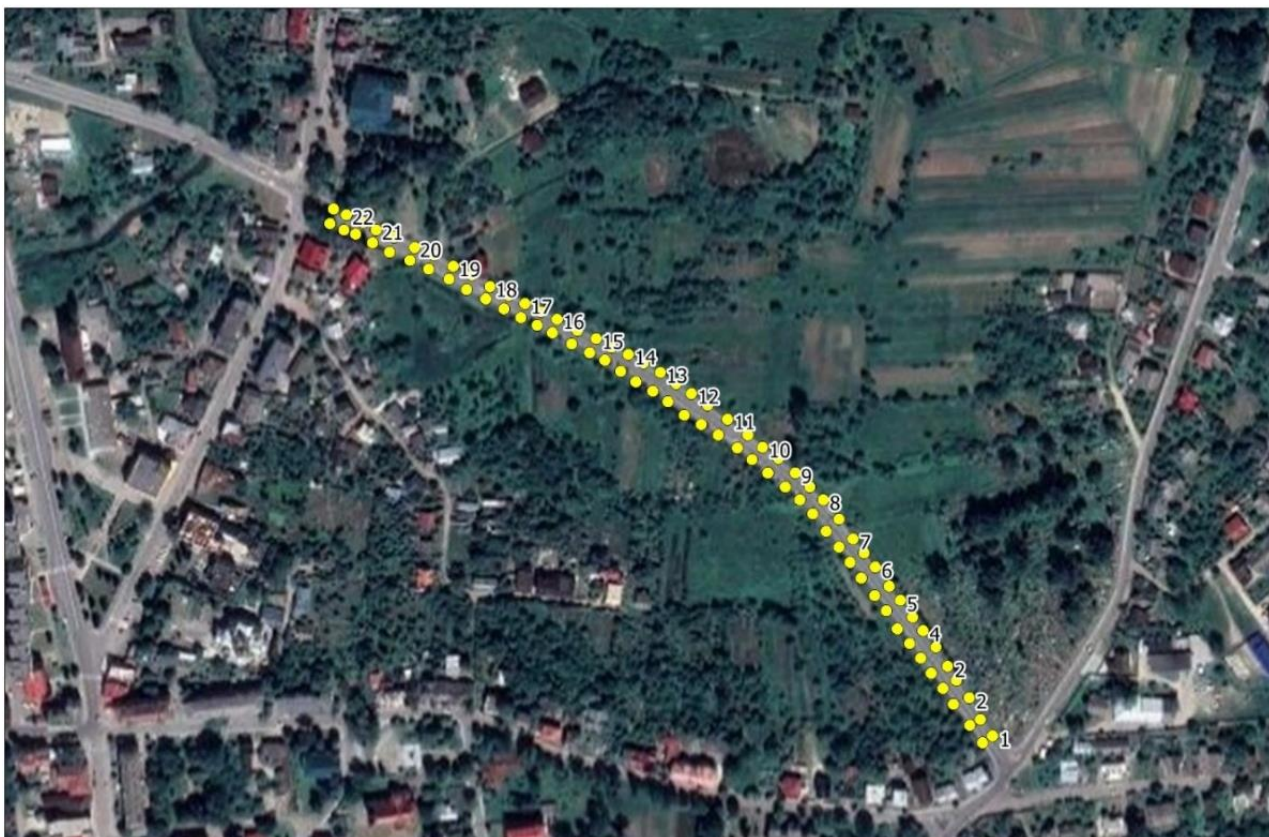


Рис. 2.1 – Схема розташування точок ПЕМПЗ, центральне каїнітове поле, вул. Європейська.

Північно каїнітове поле, вул. Глібова - Вітовського

Спостереження виконано на ділянці проходження автомагістралі **Т 1419 – Миколаїв – Калуш (Р84 – Бібрка - Бурштин)**, вул. Глібова - Вітовського, яка знаходиться в зоні впливу гірничих виробок Північного каїнітового поля. Дослідження виконано із двох сторін автодорожного полотна. Схема розташування геофізичних профілів досліджень методом ПЕМПЗ представлена на рис. 2.2.

Серії спостережень:

1. Частота спостережень 2 – 50 кГц – широкий діапазон частот;
2. Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот;
3. Частота спостережень 16 – 36 кГц – середній діапазон частот;
4. Частота спостережень 36 – 50 кГц – високий діапазон частот;

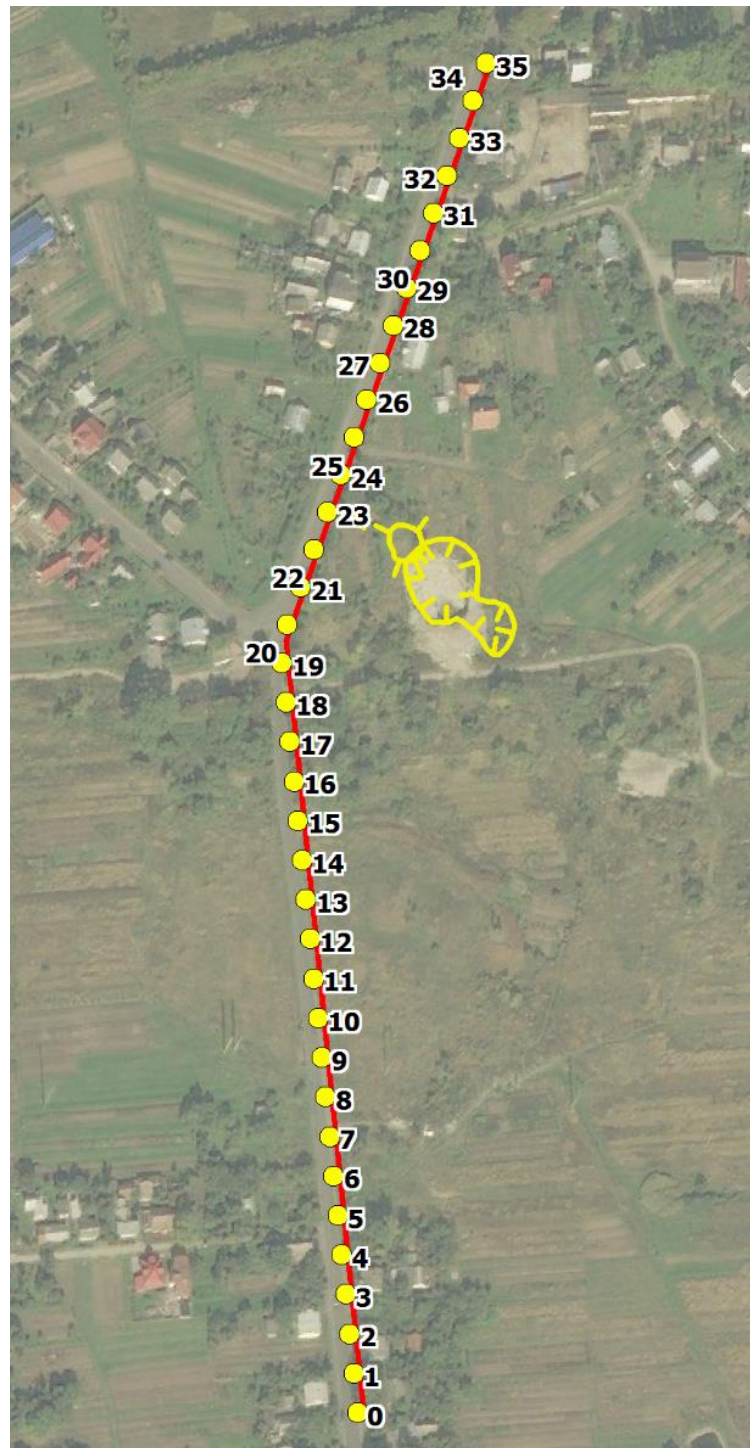


Рис. 2.2 – Схема розташування точок ПЕМПЗ, північно каїнітове поле, вул. Глібова - Вітовського.

Загальна кількість фізичних точок спостереження по вул. Глібова - Вітовського склала 280 вимірів.

У липні 2023 року на північно каїнітовому полі в районі в камери №37 утворилися провали земної поверхні. Додатково на запрошення Управління з питань надзвичайних ситуацій в місті Калуш виконано площинні спостереження в межах провалу. Польові роботи були виконані на ділянці 90x100 метрів, яка зображена на рис. 2.3.

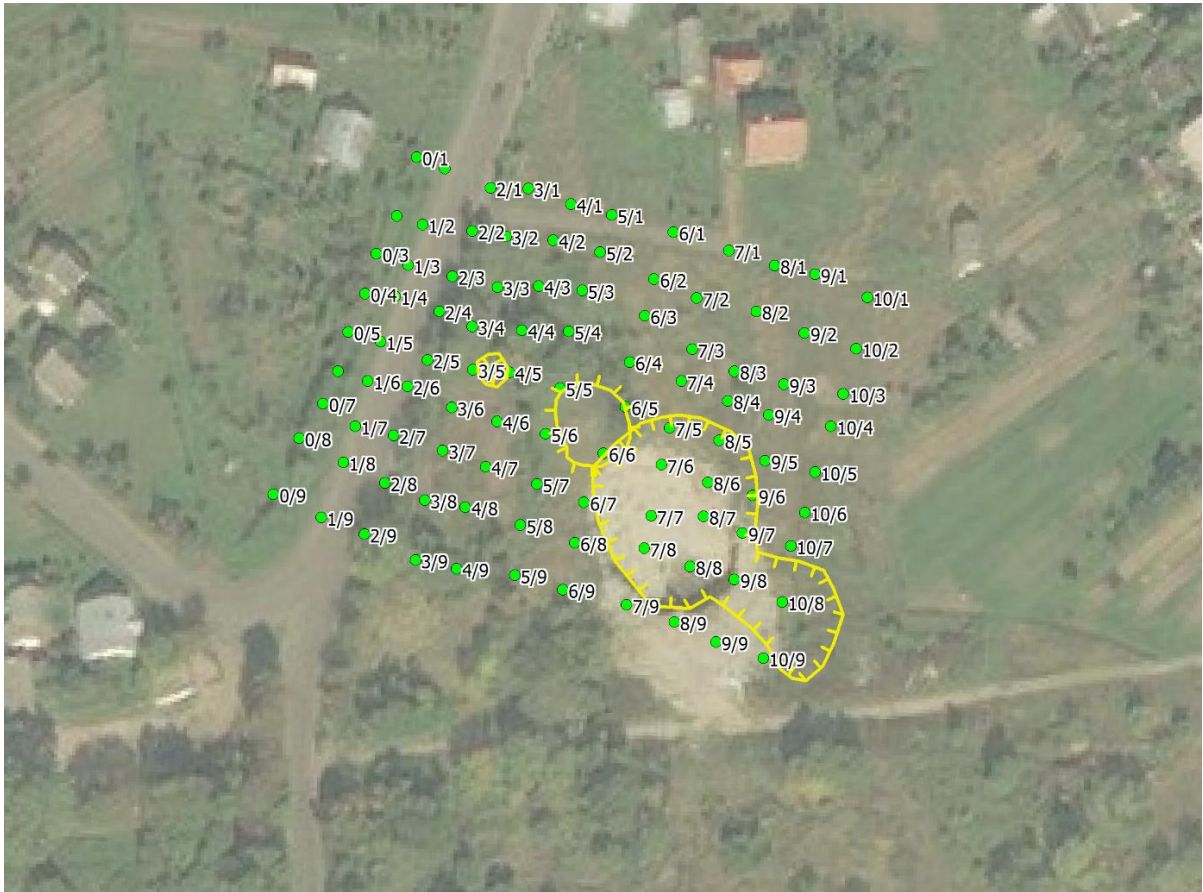


Рис. 2.3 – Схема розташування ділянки спостережень методом ПЕМПЗ, північно каїнітове поле, вул. Глібова.

Для визначення причин провалу був виконаний метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ). Цей метод дозволяє однозначно встановити зв'язок між породами з аномальним (підвищеним) напружено-деформованим станом масивом гірських порід та підвищеною інтенсивністю електромагнітного випромінювання.

Серії спостережень:

1. Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот;
2. Частота спостережень 16 – 36 кГц – середній діапазон частот;
3. Частота спостережень 36 – 50 кГц – високий діапазон частот;

Загальна кількість фізичних точок спостереження в районі провалу біля вул. Глібова склала 297 вимірів.

2.2 Інтерпретація геофізичних досліджень методом ШЕМПЗ по вул. Європейська (Центральне каїнітове поле) та вул. Глібова (Північне каїнітове поле) м. Калуш

Детальний опис алгоритму обробки даних методу ШЕМПЗ наведено в звітах за 2021 та 2022 рр.

2.2.1 Результати обробки даних ШЕМПЗ. Рудник «Калуш» (м. Калуш, вул. Європейська)

Реєстрація випромінювання електромагнітного поля велась по трьох антенах: X та Y - горизонтальні складові поля, Z вертикальна складова. Для зручності аналізу даних графіків інтенсивності випромінювання електромагнітного поля представлені в наступному вигляді : вісь абсцис – це геодезичні репери, а вісь ординат – інтенсивність випромінювання електромагнітного поля по окремій антені (X, Y та Z). Для порівняння даних інтенсивності випромінювання електромагнітного поля проведемо нормування та приведемо їх до одного рівня.

Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот (рис. 2.4). Низький діапазон частот дозволяє реєструвати сигнал, який надходить із глибин, тобто від стелин гірничих виробок. Інтенсивність поля (антена X) коливається від 8 до 75 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 8 – 12 імс/с. Аномальна зона за антеною X знаходиться в межах Рп 10 – Рп 15, що відображається збільшенням інтенсивності поля. Інтенсивність поля за

(антенною Y) складає 10 до 80 імп/с при фоновому 8 – 10 імп/с. Аналіз графіків по антені Y характеризує зміну поля, яка відображена аномальною зоною в межах з Рп 10 – Рп 19. Антена Z реєструє вертикальні напруження в масиві гірських порід, інтенсивність поля змінюється від 5 до 95 імп/с при фонових значеннях 5 – 8 імп/с.

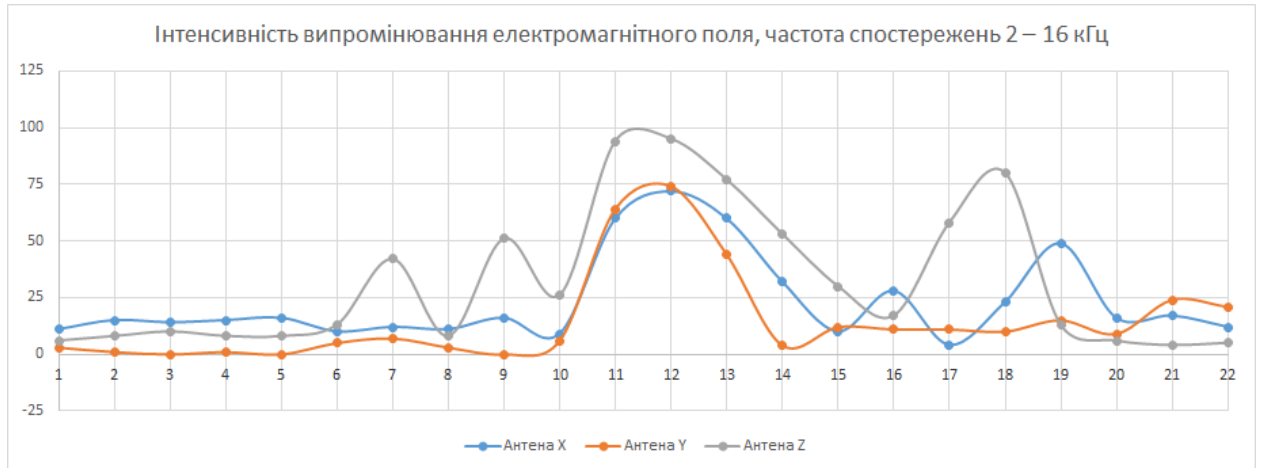


Рис. 2.4 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 2 – 16 кГц.

Частота спостережень 16 – 36 кГц – середній діапазон частот (рис. 2.5). Середній діапазон частот дозволяє реєструвати, сигнал який надходить із глибин до декількох десятків метрів від поверхні землі, тобто це проміжні горизонти які знаходяться між гірничими виробками та денною поверхнею. Інтенсивність поля (антена X) є незначною і коливається від 8 до 20 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 8 – 10 імп/с. Аномальна зона за антенною X не виділяється. Інтенсивність поля за (антенною Y) складає 5 до 85 імп/с при фоновому 5 – 8 імп/с. Аномальна зона розташована в межах Рп 9 – Рп 19. За антенною Z інтенсивність поля змінюється в межах 10 до 90 імп/с, при фонових значеннях 8 – 10 імп/с. Аномалія, що виділяється, є контрастною і знаходиться в межах Рп 9 – Рп 14.

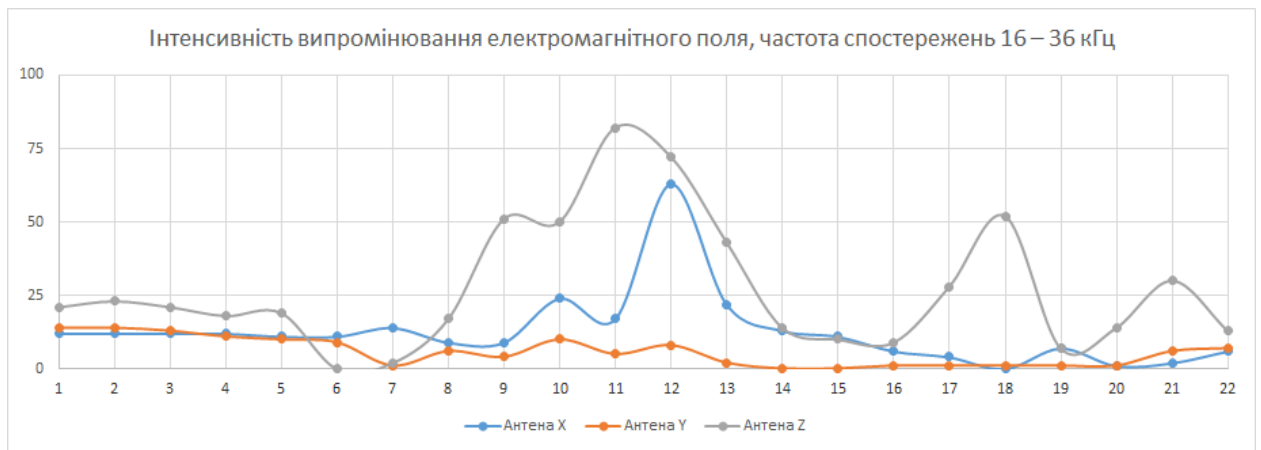


Рис. 2.5 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 16 – 36 кГц.

Частота спостережень 36 – 50 кГц – високий діапазон частот (рис. 2.6). Високий діапазон частот дозволяє реєструвати сигнал який надходить від перших метрів від поверхні землі. Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля за антенами (X, Y та Z) виділяється в межах Рп 9 – Рп 17.

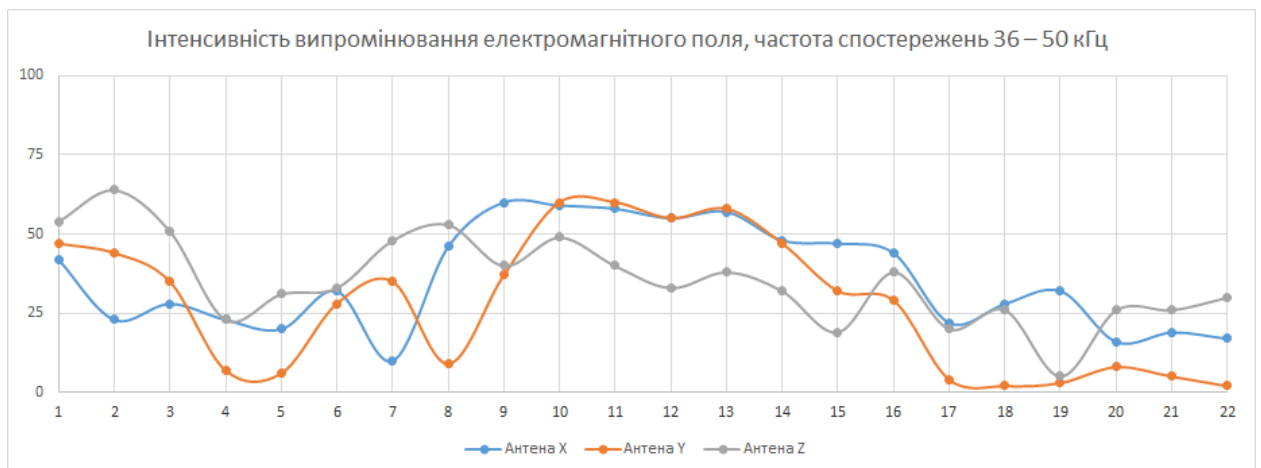


Рис. 2.6 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 36 - 50 кГц.

2.2.2 Результати обробки даних ПЕМПЗ. Рудник «Калуш» (м. Калуш, вул. Гліблва)

Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот (рис. 2.7). Низький діапазон частот дозволяє реєструвати сигнал, який надходить із глибин, тобто від стелин гірничих виробок. Інтенсивність поля (антена X) коливається від 8 до 75 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 8 – 12 імс/с. Аномальна зона за антеною X знаходиться в межах пікетів Рп 15 – Рп 30, що відображається збільшенням інтенсивності поля. Інтенсивність поля за (антеною Y) складає 5000 до 20000 імп/с при фоновому 5000 – 8000 імп/с. Аналіз графіків по антені Y характеризує зміну поля, яка відображена аномальною зоною в межах з Рп 15 – Рп 30. Антена Z реєструє вертикальні напруження в масиві гірських порід, інтенсивність поля змінюється від 5500 до 15000 імп/с при фонових значеннях 5000 – 8000 імп/с.

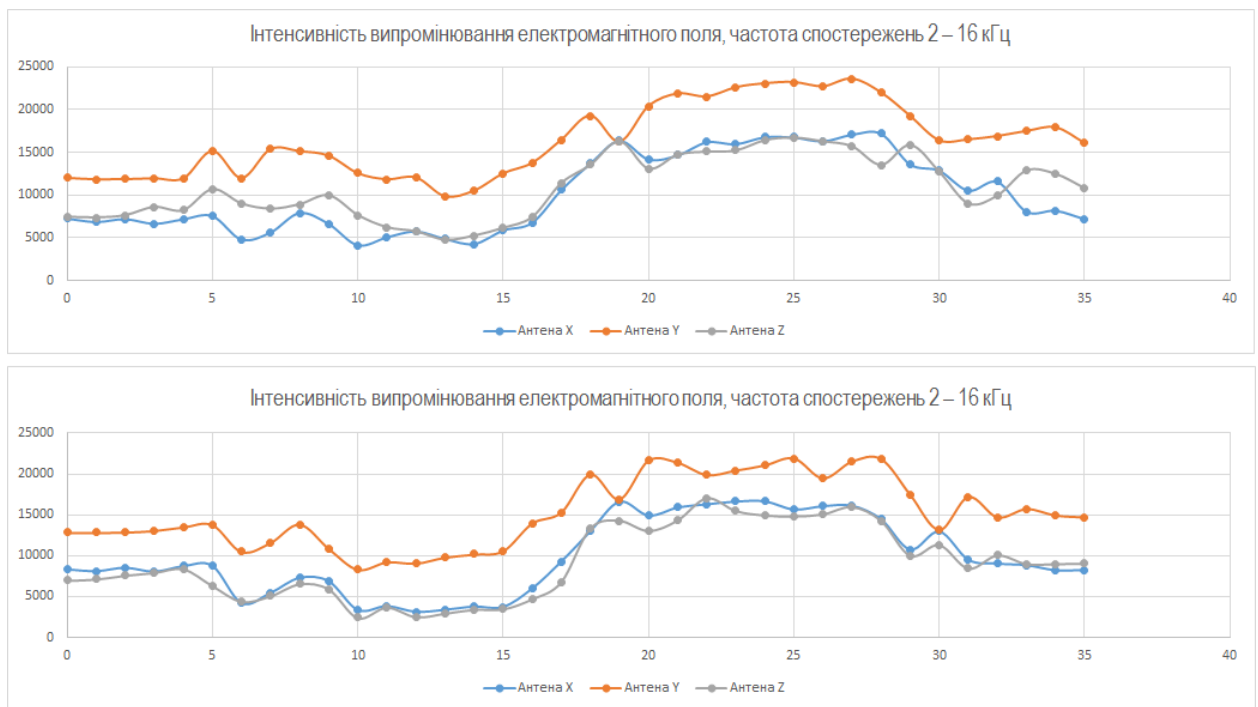


Рис. 2.7 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 2 - 16 кГц. Вулиця Глібова, м. Калуш Північно каїнітове поле.

Частота спостережень 16 – 36 кГц – середній діапазон частот (рис. 2.8). Середній діапазон частот дозволяє реєструвати сигнал, який надходить із глибин до декількох десятків метрів від поверхні землі, тобто це проміжні горизонти, які знаходяться між гірничими виробками та денною поверхнею.

Інтенсивність поля (антена X) коливається від 5000 до 16000 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 4000 до 6000 імп/с. Аномальна зона за антеною X виділяється в межах пікетів Рп 4 – Рп 10, Рп 17 – Рп 22 та Рп 30 – Рп 33. Інтенсивність поля за (антеною Y) складає 6000 до 26000 імп/с при фоновому 5000 – 8000 імп/с. Аномальна зона розташована в межах Рп 4 – Рп 10, Рп 17 – Рп 32. За антеною Z інтенсивність поля змінюється в межах 9500 до 25000 імп/с, при фонових значеннях 8000 – 10000 імп/с. Аномалії, що виділяються відповідають за пікетажем антени Z.

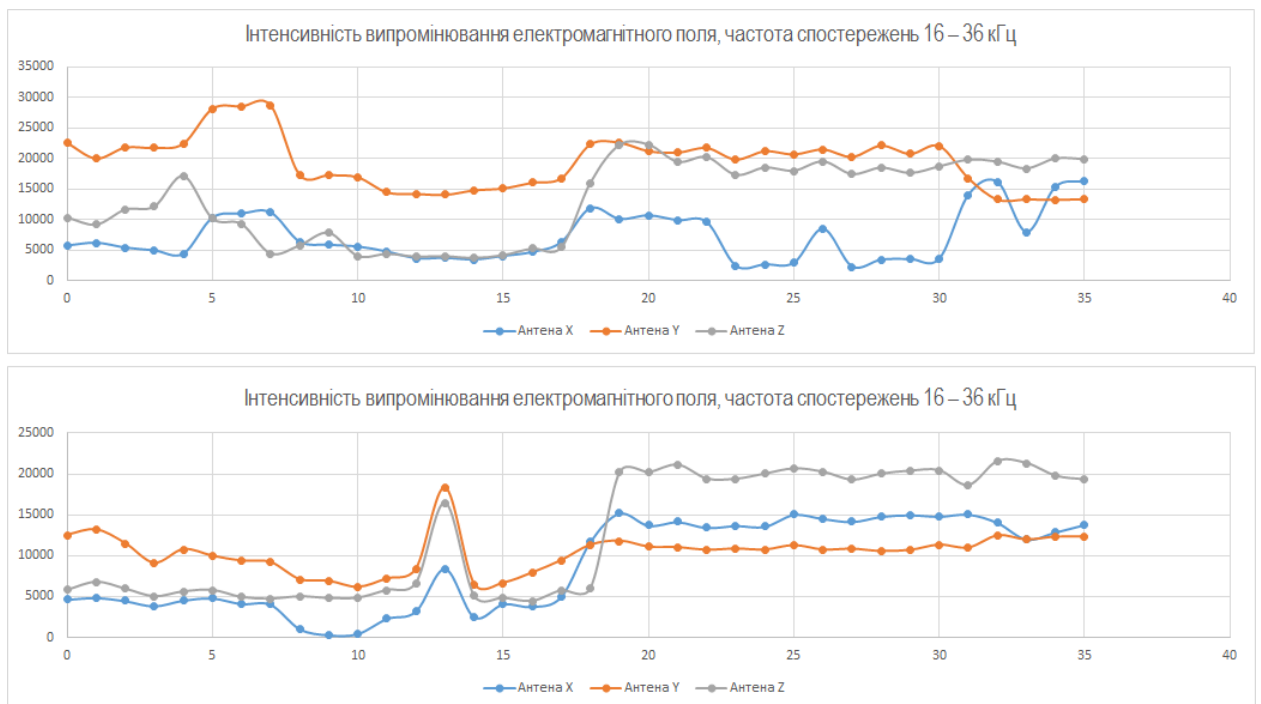


Рис. 2.8 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 16 - 36 кГц. Вулиця Глібова, м. Калуш Північно каїнітове поле.

Частота спостережень 36 – 50 кГц – високий діапазон частот (рис. 2.9). Високий діапазон частот дозволяє реєструвати сигнал, який надходить від декількох метрів від поверхні землі, тобто це верхня частина розрізу. Інтенсивність поля (антенами X, Y та Z) коливається від перших сотень імпульсів до 25000 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 10 – 100 імс/с.

Аномальна зона за антенами X, Y та Z виділяється в межах пікетів Рп 20 – Рп 31.

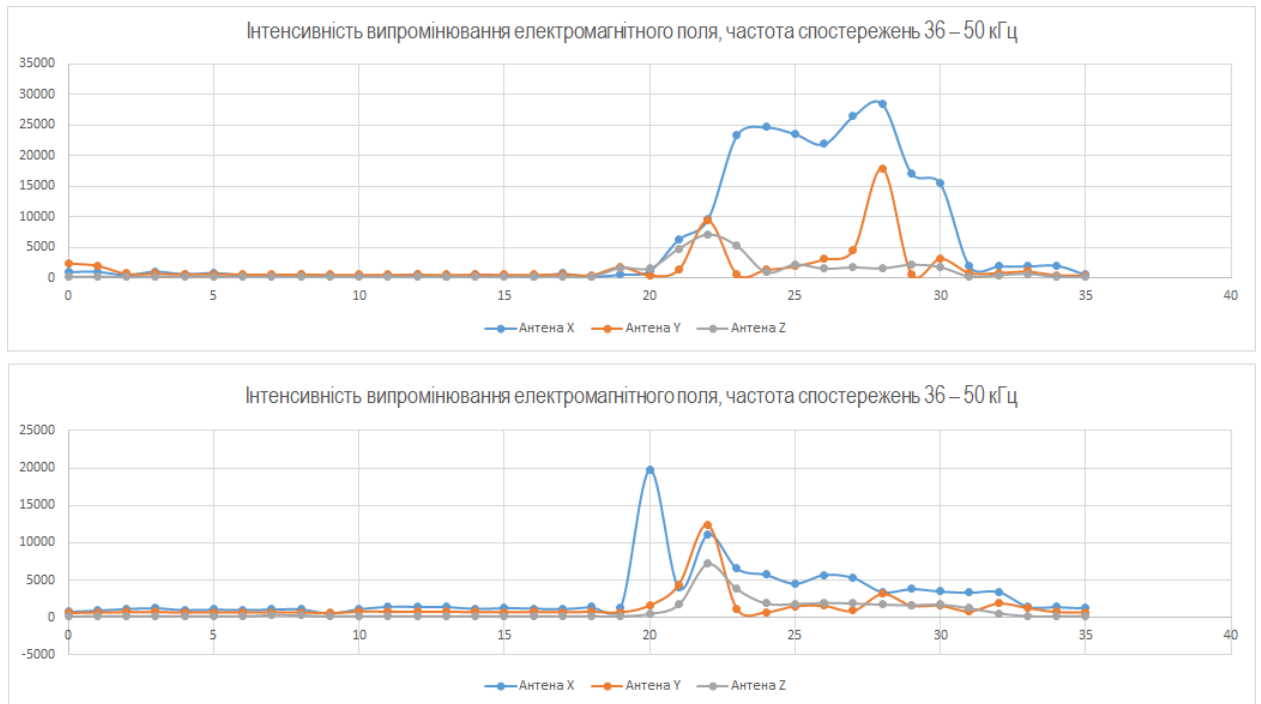


Рис. 2.9 Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 36 - 50 кГц. Вулиця Глібова, м. Калуш Північно каїнітове поле.

2.2.3 Результати обробки площинних спостережень ШЕМПЗ в районі провалу №14, Рудник «Калуш» (вул. Глібова, Північно каїнітове поле) .

На північно каїнітовому полі утворюються провали земної поверхні. Останній провал спостерігався в липні 2023 року. За даними Управління з питань надзвичайних ситуацій в місті Калуш засоленість поверхневої товщі води в провалі 170 – 200 г/дм³. Останній фактор дозволяє стверджувати, що провал спричинений просіданням гірських порід в камеру №37 з видавлюванням з неї розсолів на поверхню. Дослідження виконані на

ділянці 90x100 метрів, яка зображена на рис. 2.10 та суміщена із планом гірничих виробок які відроблялись на Північно каїнітовому полі.

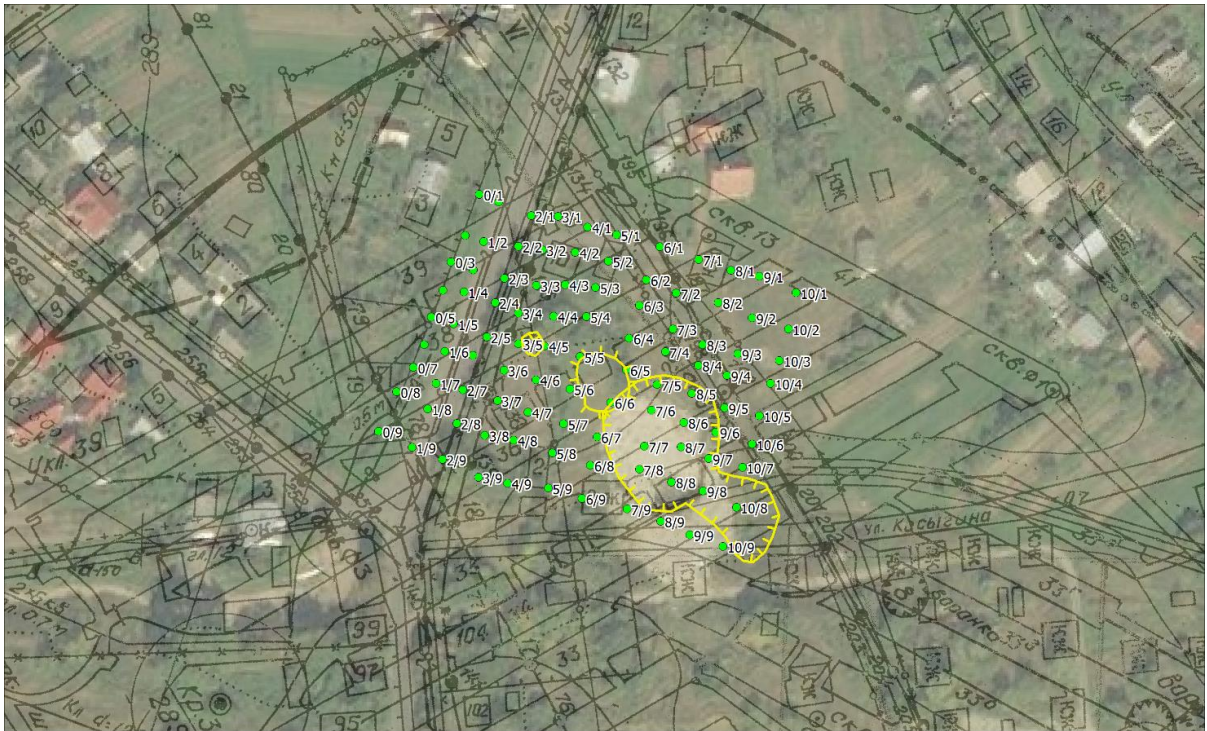


Рис. 2.10 – Суміщений план гірничих виробок та ділянка досліджень, Північно каїнітове поле.

Результати досліджень в узагальненому вигляді зображені на рис.2.11 – 2.13. На рисунках наведено інформацію щодо досліджень на різних частотах, які відповідають трьом послідовним глибинам (знизу вверх).

Частота спостережень 2 – 16 кГц – низький діапазон частот (рис. 2.11). Інтенсивність поля (за антенами X, Y та Z) коливається від 3000 до 15000 імп/с при фоновому (варіаційному полі) 8000 імс/с. Аномальні зони для напружено-деформованого стану, це підвищені (високі) значення, які вказують на напруження, що відбуваються в гірничому масиві та приурочені стелинам відпрацьованих гірничих камер. Аномально низькі значення поля від 1000-3000 імп/с пов'язані із зонами розвантаження (зонами розущільнення) та зонами майбутніх провалів.

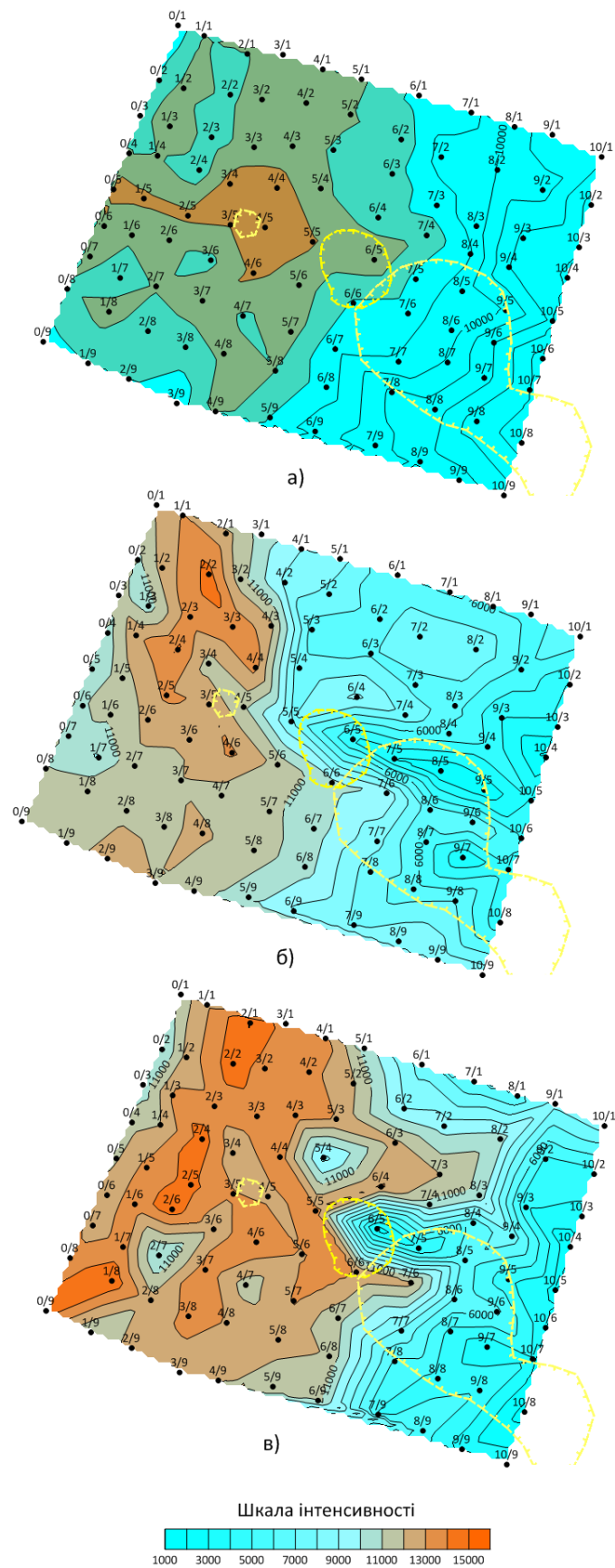


Рис. 2.10 - Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 2 - 16 кГц. Ділянка Провал №14 , м. Калущ Північно каїнітове поле. а) антена X; б) антена Y; в) антена Z.

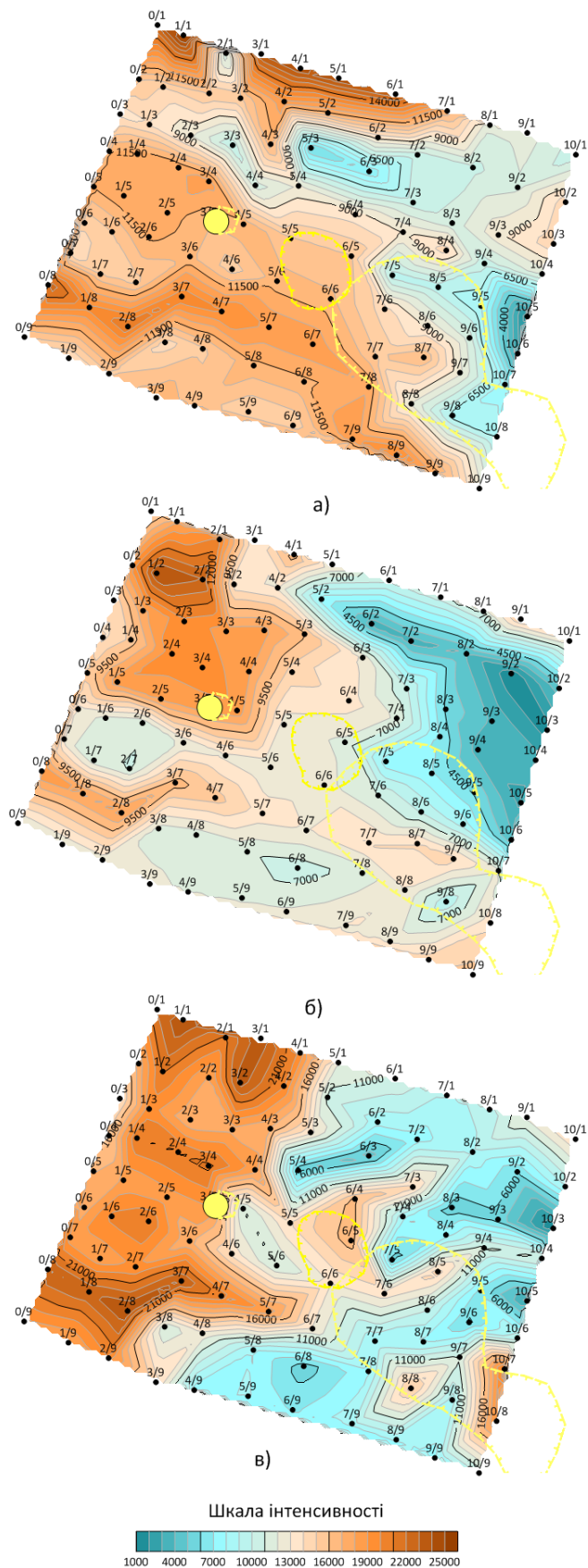


Рис. 2.11 - Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 16 - 36 кГц. Ділянка Провал №14, м. Калуш Північно каїнітове поле. а) антена X; б) антена Y; в) антена Z.

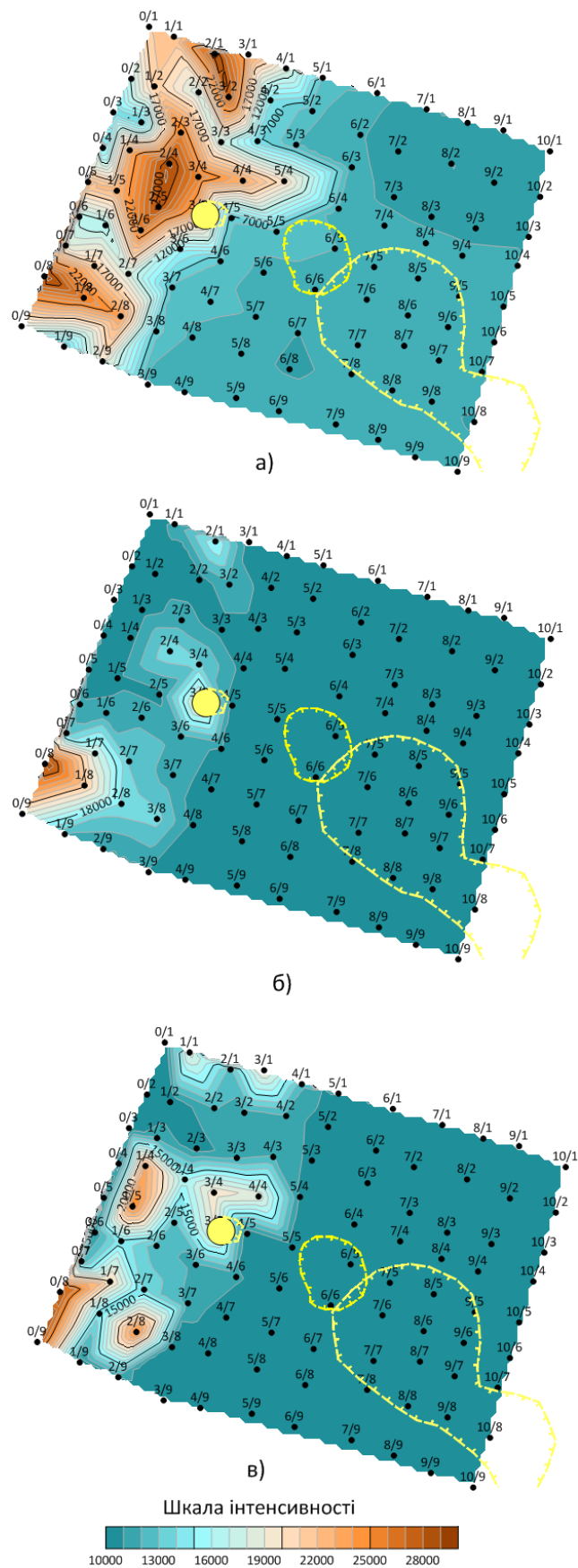


Рис. 2.11 - Інтенсивність випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 36 - 50 кГц. Ділянка Провал №14, м. Калуш Північно каїнітове поле. а) антена X; б) антена Y; в) антена Z.

2.3 Оцінка динаміки активності деформаційних процесів за комплексом робіт по вул. Європейська та картування небезпечних зон за геофізичними спостереженнями по вул. Глібова (Північне каїнітове поле) м. Калуш

Оцінка стадії активності проводиться за комплексом методів - геофізичні та геодезичні. Для геофізичних, прийнятий параметр (повний вектор напруженості поля T), який включає горизонтальні складові поля (X та Y) і вертикальну складову Z . Розраховується повний вектор напруженості природного імпульсного електромагнітного поля Землі T за формулою:

$$T = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}, \quad (2.1)$$

де:

- X - горизонтальна складова (антена X);
- Y - горизонтальна складова (антена Y);
- Z - вертикальна складова (антена Z).

Графік повного вектора напруження представлений на рис. 2.12. На графіку спостерігається зона підвищених значень $R_p 9 - R_p 18$, що зв'язана із напружено-деформованим станом гірських порід.

Для геодезичних досліджень це фактичне осідання реперів на профільній лінії VI, які встановлені на обочині вул. Європейська (болти кріплення опор ліхтарів освітлення на вулиці). На рис. 3.6 б представлено мульту осідання, яка склала в межах пікетів $R_p 14-R_p 17$ -240,6 мм та $R_p 8$ до - 100 мм за увесь період спостережень.

Проведемо співставлення цих матеріалів та накладемо їх на геологічний розріз, який проходить від св. Газоліна неподалік св. Т2 до св. П5. Виконані геофізичні спостереження на низьких частотах дають аномальний ефект, що відповідає стелинам камер, які знаходяться в межах реперів $R_p 9 - R_p 17$. На високих частотах аномалій не виявлено.

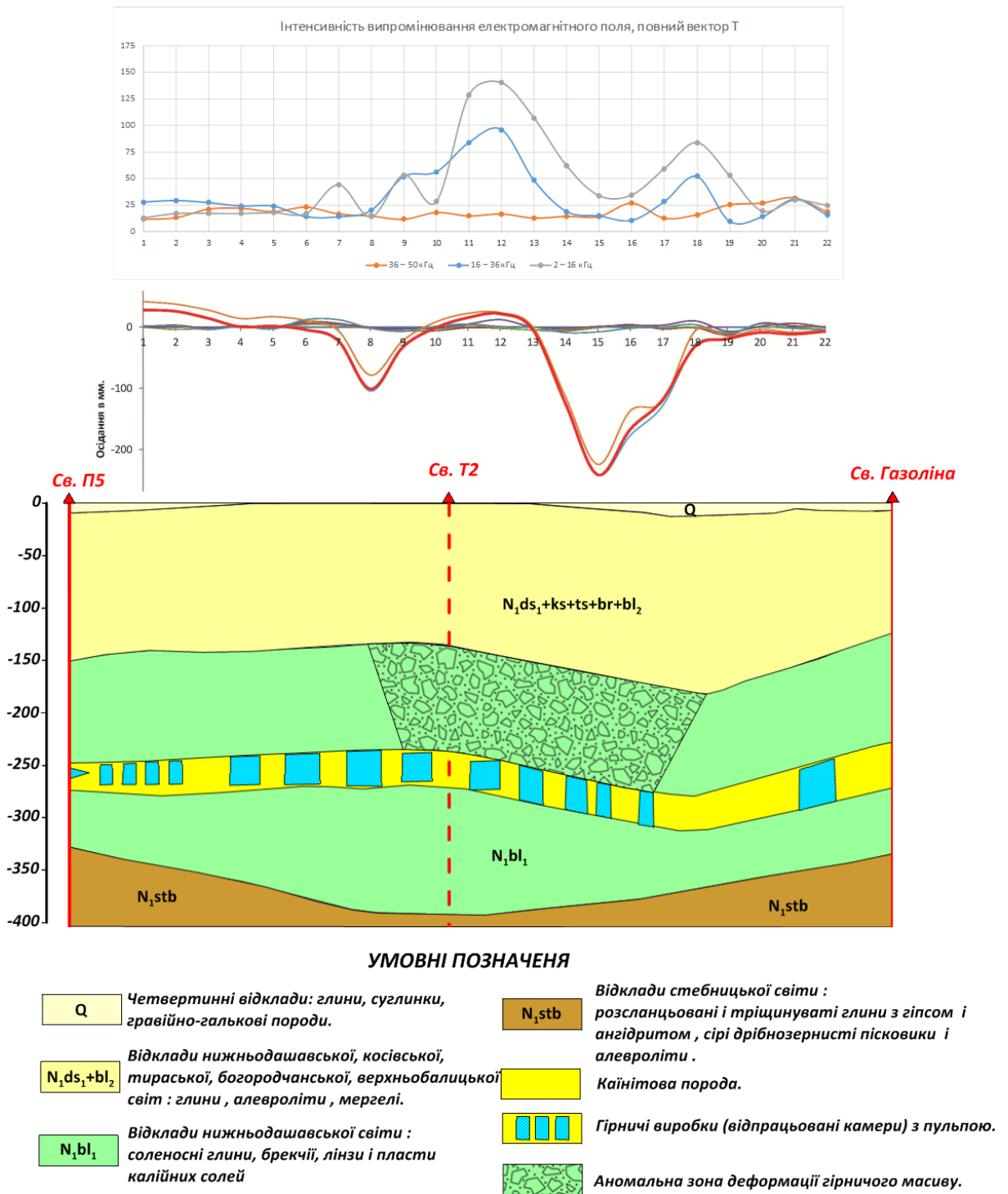


Рисунок 2.12 – Оцінка динаміки осідання земної поверхні за комплексом геодезичних та геофізичних досліджень, вул. Європейська м. Калуш

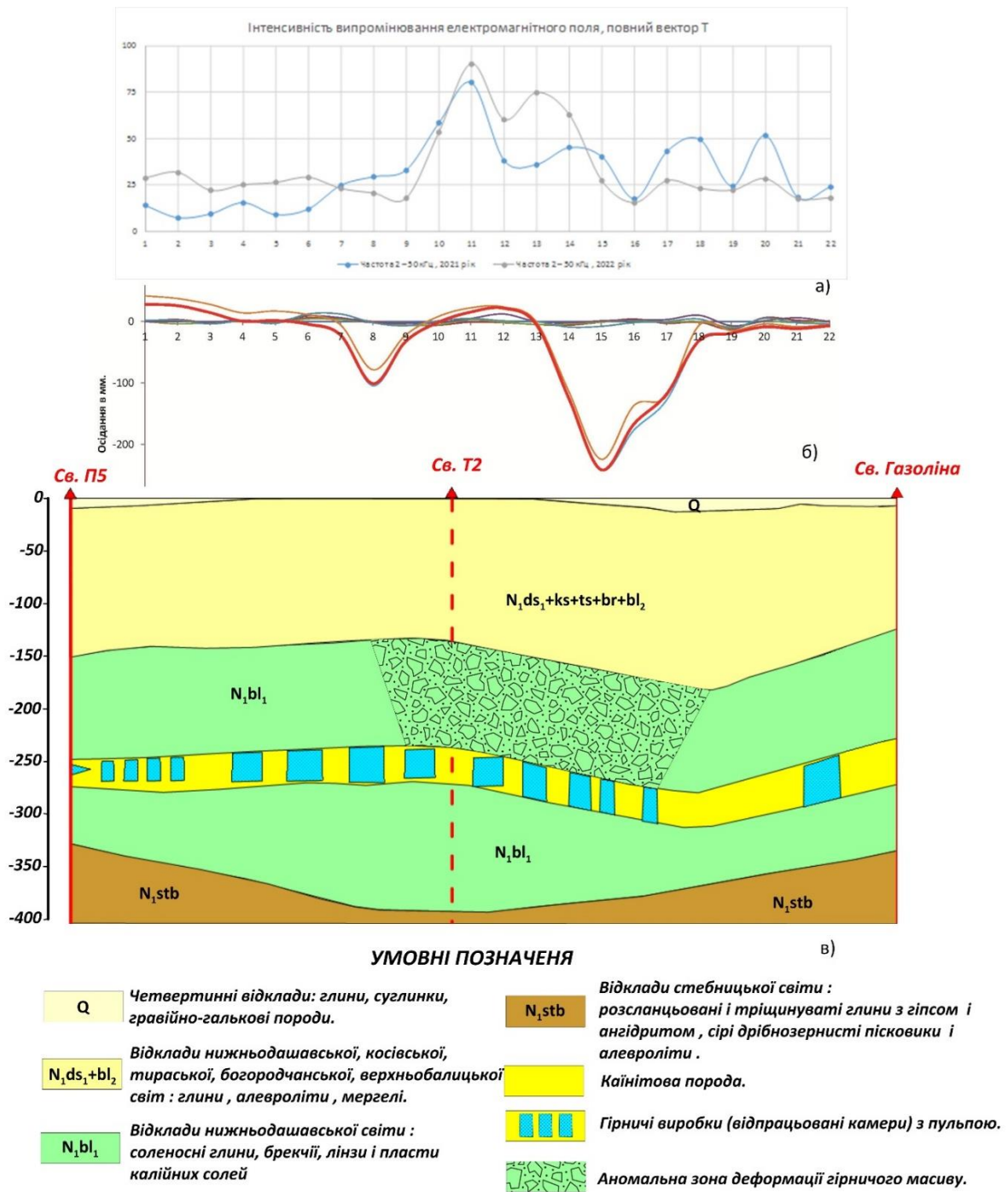


Рисунок 3.13 – Оцінка динаміки осідання земної поверхні за комплексом геодезичних та геофізичних досліджень, вул. Європейська м. Калуш

На рис. 3.13 наведено комплекс геофізичних та геодезичних досліджень в режимі моніторингу. Наведені графіки по роках підтверджують виявлені раніше аномальні зони та зони осідання та збільшення інтенсивності та відповідно осідання в часі. Аналізуючи вище наведене, приходимо до

висновку що в районі вул. Європейська відбувається активна стадія осідання земної поверхні.

Північно каїнітове поле Площинний розподілу аномалій за різними частотами, а саме 2 – 16 кГц (від стелин камер), 16 – 36 кГц (перехідна частина) та 36-50 кГц (приповерхнева частина) дозволяє зазначити наступне. Площі, які раніше зазнали просідання, знаходяться в межах низьких значень ПЕМПЗ. Ці площі добре видно в синьому та голубому кольорі. Площі територій з підвищеним напружено-деформованим станом відрізняються значною інтенсивністю електромагнітного випромінювання, що відображено червоним кольором (рис. 3.14 – 3.16). Провівши аналіз опрацьованих матеріалів можна стверджувати, що територія, на якій відбувся провал, є нестабільною. Отримані результати досліджень підтверджують що в майбутньому слід очікувати нових провалів в північно-східній частині території, включаючи дорогу територіального значення Т14 - 19. Час цього провалу спрогнозувати неможливо . Тому експлуатацію дороги слід продовжувати . Встановити динаміку цих процесів неможливо, враховуючи, що роботи на цій території виконуються вперше. Для простеження динаміки цих процесів слід в часовому режимі виконувати геофізичні дослідження.

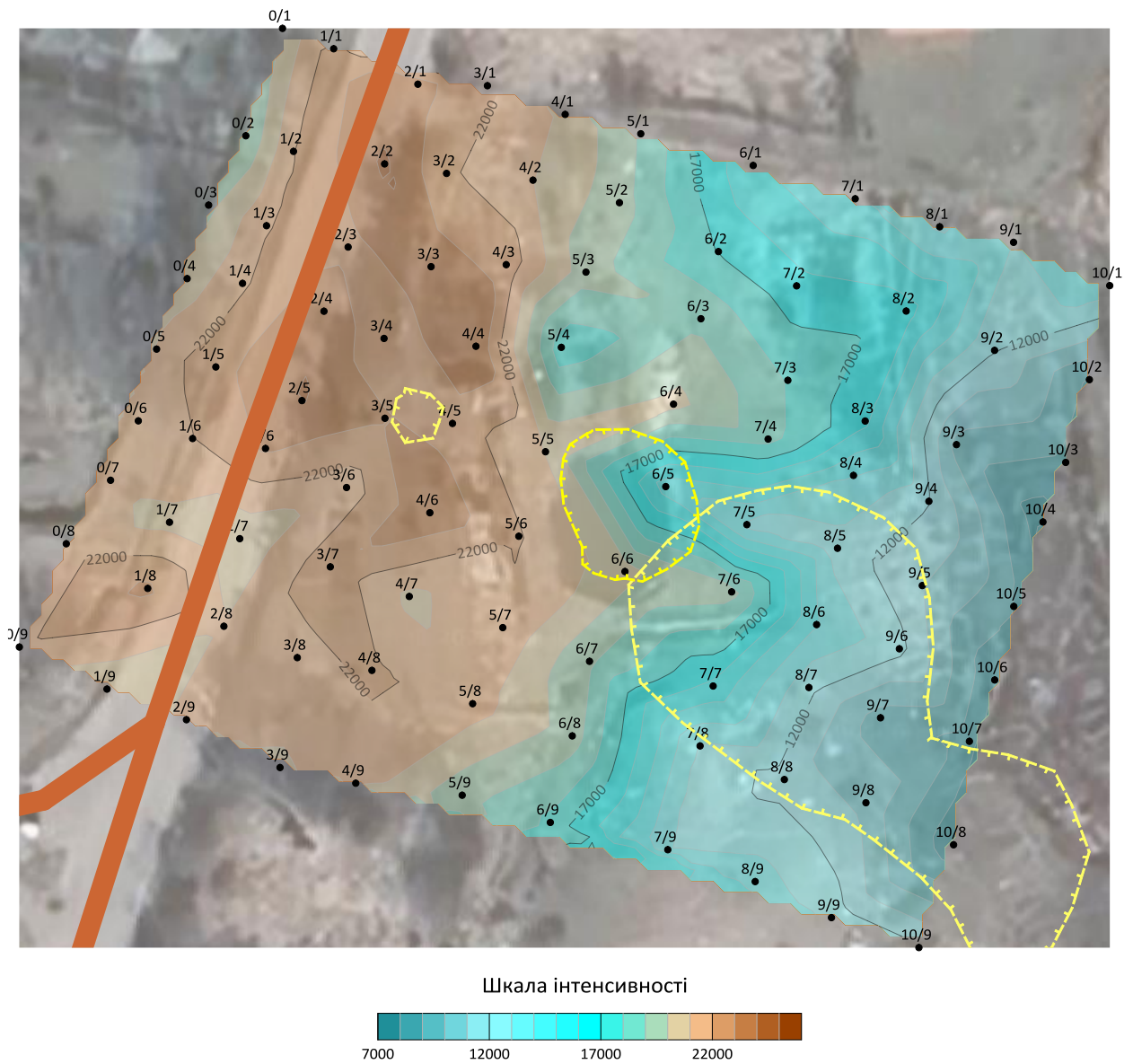


Рисунок 3.14 Повний вектор випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 2 - 16 кГц. Ділянка Провал №14 , м. Калуш Північно каїнітове поле.

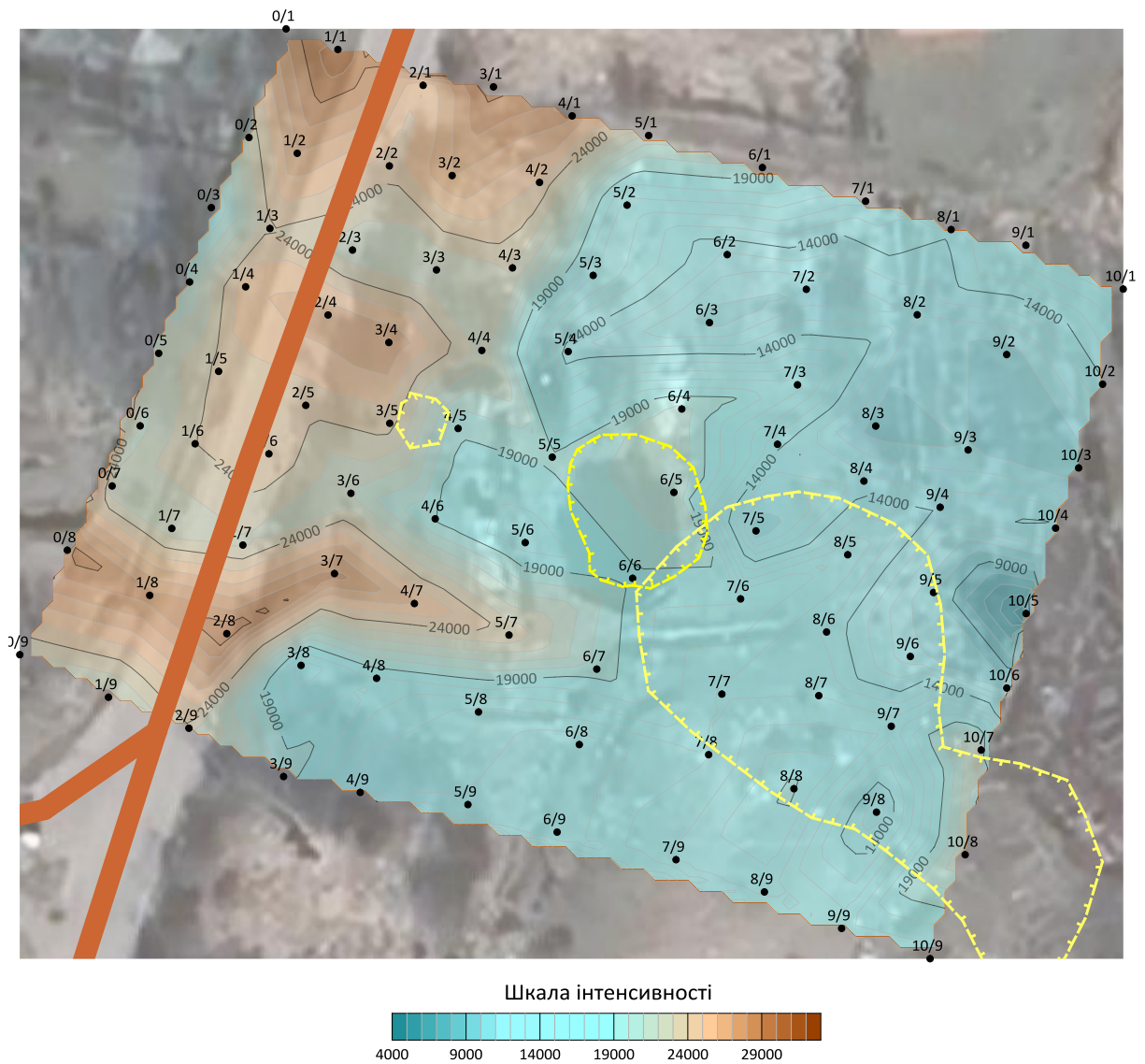


Рисунок 3.15 Повний вектор випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 16 - 36 кГц. Ділянка Провал №14 , м. Калуш Північно каїнітове поле.

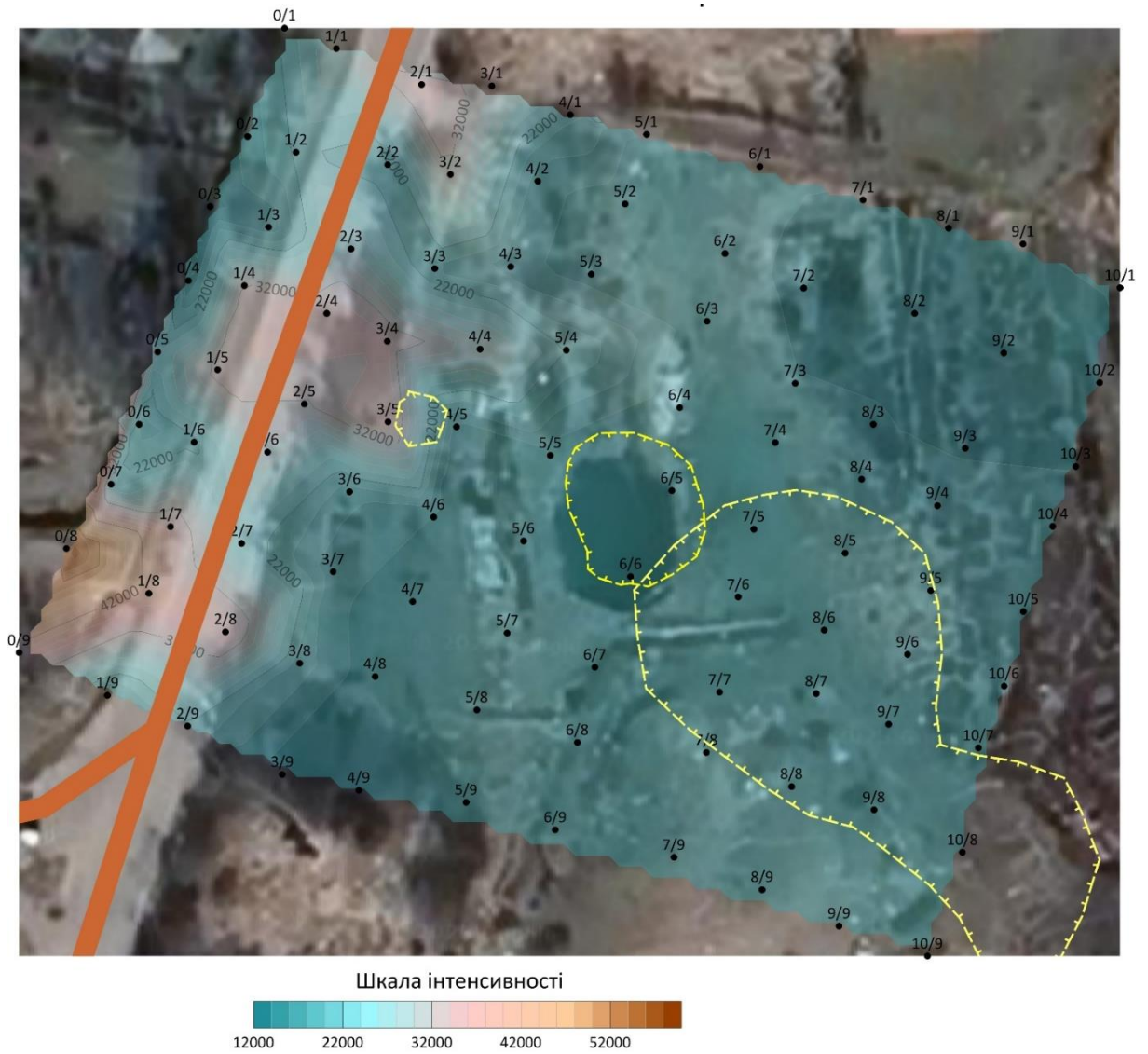


Рисунок 3.16 Повний вектор випромінювання електромагнітного поля, частота спостережень 36 - 50 кГц. Ділянка Провал №14 , м. Калуш Північно каїнітове поле.

3. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ В С. КРОПИВНИК

3.1 Режимні спостереження житлових будинків в с. Кропивник вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202 з метою встановлення існуючих величин деформацій цих будинків від початку їх моніторингу та розрахунку прогнозованих величин просідань

Своєчасне спостереження за зсувами і деформаціями споруд має велике значення для визначення міцності і стійкості споруд, для попередження їх руйнування або своєчасного сигналу про настання аварійного стану. Спостереження ведуть з початку будівництва засобами дуже точних, ретельних і систематичних геодезичних вимірів, різноманітних за своїм характером. Геодезичні виміри повинні бути забезпечені високоточною і закріпленою планово-висотною геодезичною мережею. Виміри величин зсувів, осідань і деформацій припиняють (або скорочують до необхідної кількості) тільки з моменту настання стабілізації процесів осідань. Тому характерна особливість геодезичних робіт це їх систематичне повторення на протязі досить великого проміжку часу в залежності від стійкості ґрунтів, на яких розміщена споруда, причому шляхом повторних вимірів і прив'язок перевіряють положення знаків і самої геодезичної мережі.

Під час експлуатації інженерних споруд також виконуються періодичні геодезичні спостереження за деформаціями споруд і технологічного обладнання, які містять вимірювання осідань підвалин і фундаментів, визначення планових зміщень споруд, визначення кренів висотних будівель, труб, башт тощо.

Результати періодичних спостережень дають можливість виявити не тільки значення деформацій, але і вжити профілактичних заходів для нормальної експлуатації інженерної споруди та технологічного обладнання.

Геодезичні роботи на цьому етапі виконуються високоточними приладами за спеціально розробленою програмою.

Через значні просідання ґрунту багато будівель у с. Кропивники зазнають деформацій і руйнуються. Згідно договору № 184/2021 від 14.04.2021 р. потрібно додатково провести обстеження житлових будинків №144, №202 (проводилися у 2021р. згідно договору № 06-36/2021) №196, №84, №117 (проводилися у 2022 р.), які знаходяться по вулиці І. Франка в с. Кропивник (рис. 3.1).

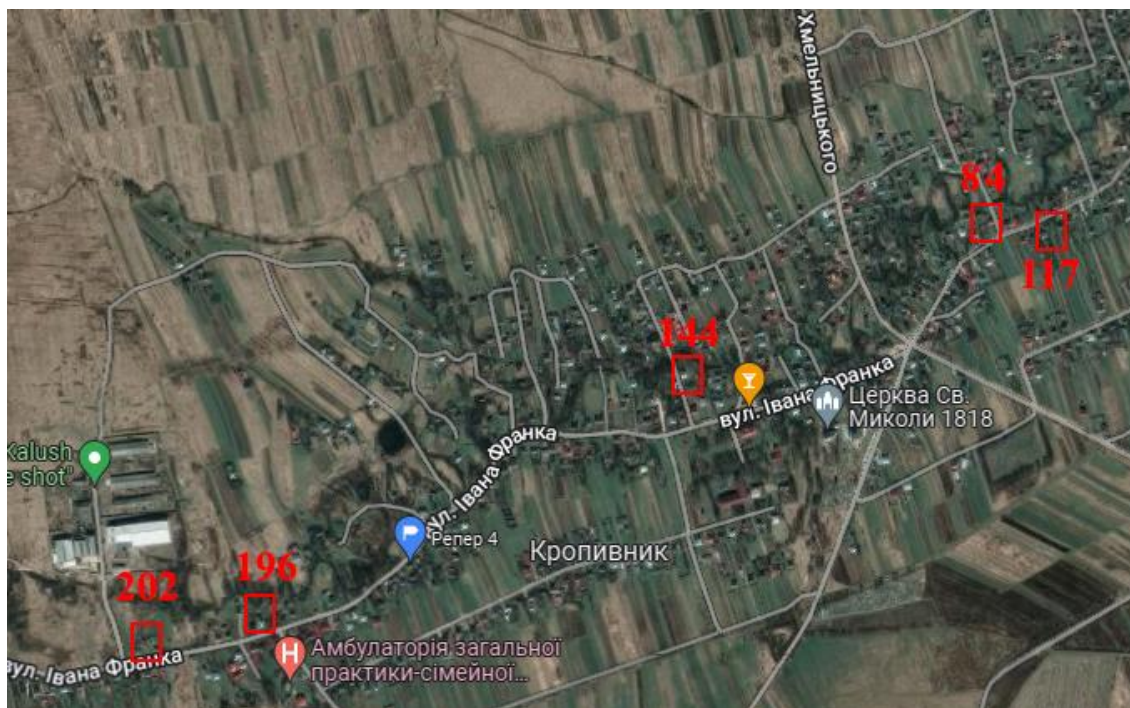


Рисунок 3.1 – Схема розміщення об’єктів дослідження (будинки 144, 202, 196, 84, 117)

На основі виконаних топогеодезичних робіт по реперних профілях рудників «Ново-Голинь» (с. Кропивник) було встановлено, що на території об’єкту дослідження існують наступні репери на профільних лініях, до яких будуть прив’язуватися об’єктів дослідження: R 112, R 219, R 258



Рисунок 3.2 – Схема розміщення реперів на профільних лініях та житлових будівель

Аналіз результатів зрівнювання показав, що висоти реперів профільних ліній рудників «Ново-Голинь» (с. Кропивник) R 112, R 219, R 258 становлять:

Висоти вихідних реперів

Назва пункту	Абсолютна висота, мм
R 112	311565.94
R 219	310200.15
R 258	319097.87

У випадку дії фактора, що приводить до різкої зміни звичайного ходу деформації (зміна навантаження на основу, зміна температури середовища або тіла споруди, дія тектонічних сил та ін.), виконують термінові спостереження.

Для інженерної інтерпретації результатів вимірів деформацій вивчають можливі причини їх виникнення. Основний інтерес являють геологічні, гідрогеологічні і кліматичні дані, в числі яких: потужність

окремих шарів ґрунту, рівень ґрунтових вод, фізико- механічні властивості ґрунтів та ін. В ряді випадків не обмежуються вивченням матеріалів вишукувань, а паралельно з вимірюванням деформацій організовують спеціальні спостереження за термічним режимом ґрунтів і підземних вод, метеоумовами, враховують будівельне і технологічне навантаження.

Для ведення спостережень складають проект, який в загальному випадку вміщує: технічне завдання; загальні відомості про споруду, природні умови і технологічний режим роботи; принципову схему спостережень; схему розміщення опорних і деформаційних знаків; методи і засоби вимірювань; рекомендації по методиці опрацювання і інженерній інтерпретації результатів спостережень; календарний план (графік) спостережень; склад виконавців, об'єми робіт і кошторис.

Деформація споруд також залежить від форми, розмірів і жорсткості фундаменту, розподілу статистичних і динамічних навантажень всередині споруди.

Граничне допустимі значення деформації, що відповідають експлуатаційним характеристикам будівлі чи споруди, визначаються відповідними технологічними або архітектурними вимогами та правилами технічної експлуатації обладнання або споруди.

Під загальною схемою вимірів осідань на об'єкті розуміють графічно зображену сукупність ліній передач висот реперів висотної основи на деформаційні марки.

Загальна (чи мікро локальна) схема вимірів складається з окремих секцій (чи ходів), які опираються обома кінцями на вузлові чи вихідні пункти. Схема вимірів в межах окремої секції складається з окремих елементів. Значення схеми вимірів приведені в додатку А.1.

На об'єкті житлових будинків №144, №202 виконано три серії спостережень, а на житлових будинках №196, №84, №117 – дві серії спостережень за період з 2021 р. по 2023 р.

Виміри виконували високоточним електронним нівеліром DL-501 (серійний номер 560168) з автоматичним взяттям відліків за штрихковою рейкою. Перед початком кожної серії спостережень виконували дослідження нівеліра за програмою, вказано в інструкції з експлуатації приладу. Зокрема перед початком серії спостережень визначений кут і за допомогою автоматизованої програми меню нівеліра. Зазначимо, що програма вимірювань високоточного електронного нівеліра DL-501 передбачає введення у результати вимірів поправки за кут і на кожній станції вимірювань. Виміри проводились за методикою спостережень, яка забезпечує сер. кв. похибку визначення висоти найбільш слабкої марки мережі рівну 1 мм.

Схема вимірів у мережі 2023 р. включає замкнутий нівелірний хід, що з'єднує деформаційні марки, встановлені у фундаменті житлових будинків (с. Кропивник, вул. І.Франка, №144, №202, №196, №84, №117) з вихідними реперами R 112, R 219 та R 258 (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Схема нівелірної мережі

Серередньоквадратична похибка визначення перевищень на станції у висотному ході не допускалась більше 0,2 мм. Для досягнення такої точності нівелювання виконували рангом Б з використанням сучасної методики геометричного нівелювання коротким променем при дотриманні наступних вимог:

- довжина рейки не перевищувала 1,8 м;
- допустима різниця пліч на станції для ходів 1-ї та 2-ї ступені 1,0 м;
- на зв'язуючих точках ходів рейка встановлювалась тільки на нівелірні підкладини;
- прилад на станціях та нівелірні підкладини встановлювались тільки на твердий ґрунт або бетон;
- при контролі вимірів користувались наступними службовими допусками:

Різниця перевищень, визначених при двох горизонтах інструмента, на станції для секцій ходів не допускалась не більше 0,6 мм.

Допустимі нев'язки в полігонах - приймались рівними в залежності від кількості станцій - n за формулою:

$$fh_{\text{доп}} = 0,3 * \sqrt{n} \quad (3.1)$$

Результати вимірів реєструвались при допомозі вбудованої пам'яті електронного нівеліра DL-501, яка дозволяє зберігати до 10000 відліків. Проста і надійна система резервного копіювання забезпечує повну гарантію збереження записаних даних, в тому числі і польових вимірів.

Батарею електронного нівеліра можна заряджати з допомогою зарядного пристрою. Ефективна система енергозбереження забезпечує можливість роботи з приладом в електронному режимі протягом 10 днів.

3.2 Визначення осідань фундаментів та аналіз величин розкриття гіпсових маяків на житлових будинках в с. Кропивник, вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202;

У якості вихідних пунктів послужили репери R 112, R 219 та R 258.

Вказані вихідні репери мають висоти встановлені із зрівнювання параметричним методом топографо-геодезичної мережі реперних профілях. Можемо вважати їх висоти стабільними після виконання вимірювань.

Проте ґрунтовніші висновки про стійкість вихідних пунктів будуть зроблені нами у наступному звіті, коли матимемо результати нівелювання хоча б з двох серій спостережень.

Для опрацювання результатів нами використано переносні персональні

комп'ютера та програму Microsoft Office Excel (контроль правильності виміряних перевищень в ходах виконувався в день вимірювання в обов'язковому порядку). За допомогою табличних формул в цій програмі створено електронну таблицю з шаблоном польового журналу нівелювання в форматі *.xls .

При роботі з цифровим нівеліром DL-501 дані копіювались на комп'ютер за допомогою стандартної програми Topcon Link 8.2, яка автоматично конвертує польовий журнал в формат *.sdr.

Матеріали кожної серії спостережень зрівнювались параметричним методом і виконувалась оцінка точності вимірів із використанням спеціально розробленого програмного комплексу, що базується на вирішенні оптимізаційної задачі нелінійного програмування.

Лістинг результатів автоматизованої обробки, що містять дані про вирівняні висоти деформаційних марок та величини їх осідань, наведений в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 - Відомість визначення висот та осідань стінних реперів житлових будинків у с. Кропивник по вул. І. Франка 144, 202 (дата початку спостережень: VIII/2021 р.)

Назва репера (№ будинку)	Висота, мм (на дату VIII/2021 р.)	Висота, мм (на дату V/2022 р.)	Висота, мм (на дату V/2023 р.)	Осідання за останній рік, мм	Осідання за весь період, мм
1 (144)	313686.6	313685.7	313679.7	-5.9	-6.9
2 (144)	313403.7	313402.6	313395.8	-6.8	-7.9
3 (144)	313544.0	313543.2	313536.6	-6.6	-7.4
4 (144)	313621.1	313620.3	313614.1	-6.2	-7.0
1 (202)	316647.5	316647.2	316620.9	-26.3	-26.6
2 (202)	316699.0	316700.0	316674.1	-25.9	-24.9
3 (202)	316716.1	316716.8	316691.5	-25.3	-24.6
4 (202)	316636.1	316636.3	316610.6	-25.8	-25.5

За даними нівелювання будівлі №144 можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого не більше ніж на **1** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **8** мм. (таблиця 3.1). За даними нівелювання будівлі №202 можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого не більше ніж на **2** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **26,6** мм. (таблиця 3.1).

Таблиця 3.2 Відомість визначення висот реперів житлових будинків у с. Кропивник по вул. І. Франка 196, 84, 117 (дата початку спостережень: V/2022 р.)

Назва репера (№ будинку)	Висота, мм (на дату V/2022 р.)	Висота, мм (на дату V/2023 р.)	Осідання за останній рік, мм
1 (196)	317348.8	317321.4	-27.4
2 (196)	317338.2	317311.9	-26.3
1 (84)	312534.5	312532.0	-2.5
2 (84)	312527.8	312523.6	-4.2
1 (117)	313241.3	313240.2	-1.2
2 (117)	313164.7	313162.0	-2.6

За даними нівелювання будівлі №196 можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1,2** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **27,4** мм. (таблиця 3.2). За даними нівелювання будівлі №84 можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1.7** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **4,2** мм. (таблиця 3.2). За даними нівелювання будівлі №117 можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1.5** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **2,6** мм. (таблиця 3.2).

Геодезичні спостереження за розкриттям тріщин стін об'єкту дослідження. Будь-які тріщини на фасаді будівлі повинні ретельно контролюватися і регулярно оглядатися. Особливу небезпеку становлять тріщини які раптово з'явилися і збільшуються в розмірах. Даний вид тріщин часто вимагає негайного проведення ремонту фасаду будівлі. Великі тріщини можуть вказувати на серйозні проблеми в конструкції будівлі і вимагають обстеження в тому числі і опорних будівельних конструкцій. Незалежно від розмірів пошкодження, деформований тріщинами фасад будівлі сприяє проникненню вологи в стіни, що при відсутності своєчасного обслуговування, незабаром призведе до значних руйнувань і значних витрат на проведення ремонту.

Геодезичний моніторинг включає в себе систему вимірювань, фіксації результатів та аналітичну обробку отриманих даних. Геодезичному моніторингу, як правило, підлягають основи, фундаменти, конструкції будівель (споруд) або їх частин об'єкта нового будівництва та будинки, інженерні мережі, підземні споруди та об'єкти інфраструктури, що його оточують.

Методи і вимоги до точності геодезичних вимірювань деформацій основ будівель (споруд) приймаємо згідно з ГОСТ 24846.

Методика визначення динаміки розкриття тріщин ґрунтувалася на нормативних документах, саме ДБН В.1.3-2:2010.

На кожній тріщині, які знаходяться на стінах житлових будівель закладені гіпсові маяки ,кожне місце закладання було пронумероване.

Для забезпечення моніторингу житлових будівель №144, №202 у фундамент даної будівлі у 2021 році були закладені стінні репери в кількості 4 шт. у кожену будівлю, а також гіпсові маяки. У липні 2023 року було проведено огляд на розкриття гіпсових маяків у будівлях №144, №202 та №117. Місця закладання стінних реперів та гіпсових маяків наведені на рисунках 3.4 – 3.8.

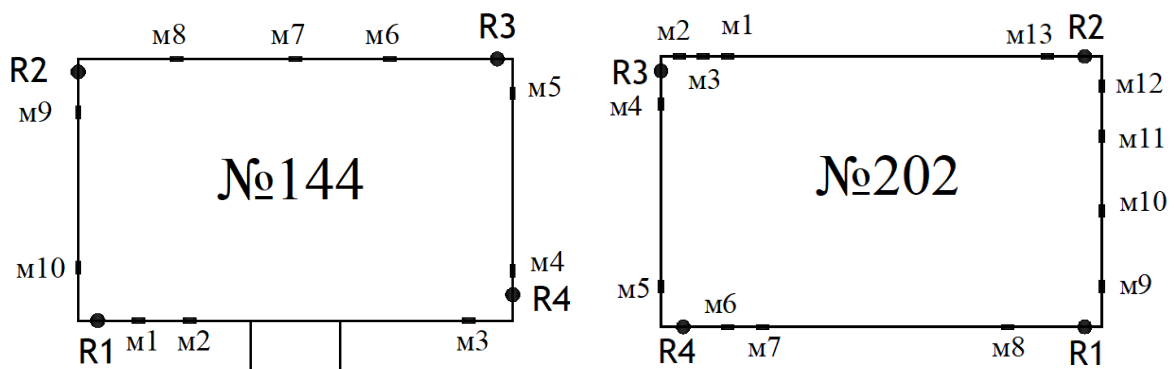
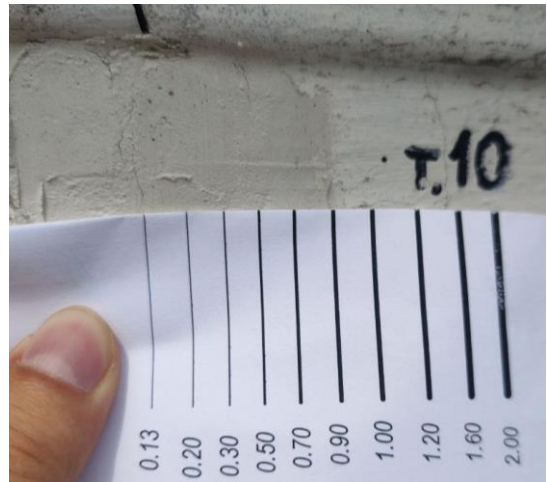
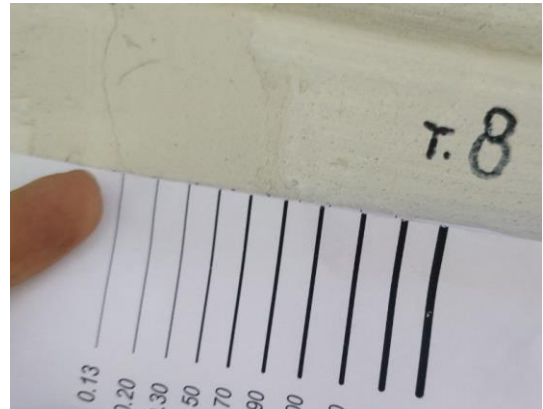
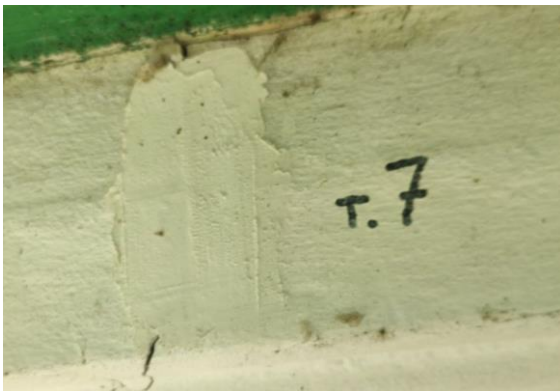
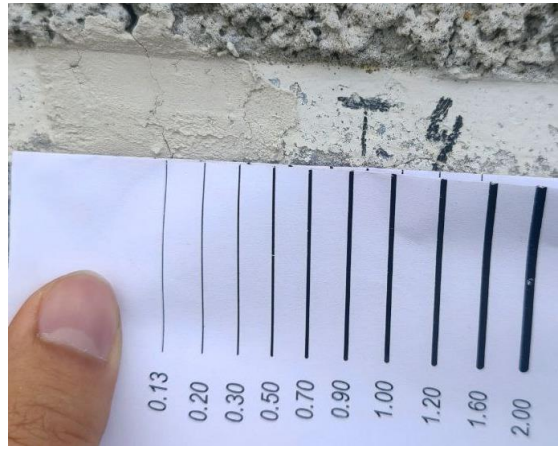


Рисунок 3.4– Схема розміщення стінних реперів та гіпсових маяків на будівлях №144 та №202

Для визначення величин розкриття гіпсових маяків здійснювалося фотографування маяка з використанням спеціального шаблону з зазначеними товщинами ліній для фіксації величини тріщини. Результати фотофіксації тріщин будинку № 202 наведені на рис. 3.5.





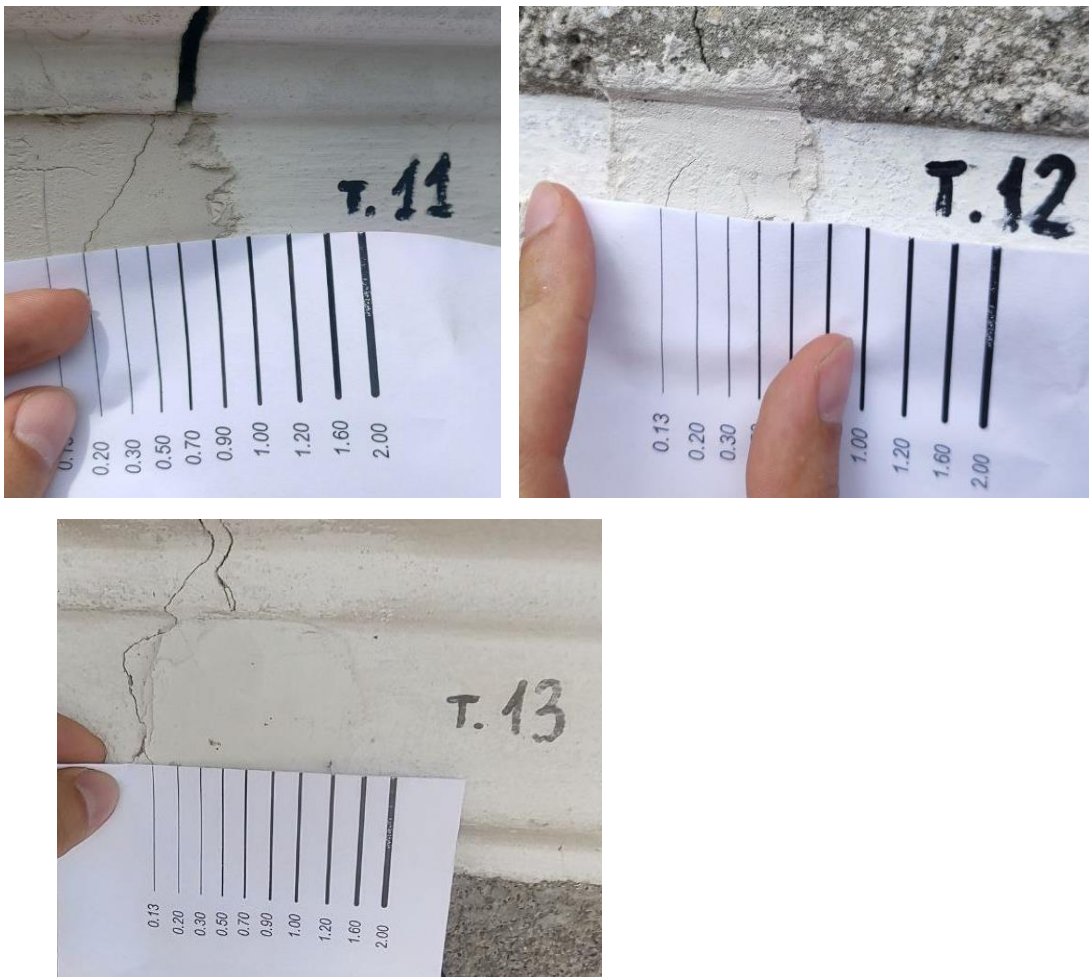


Рисунок 3.5 – Фотофіксація розкриття гіпсових маяків на будівлі №202 у 2023 р.

Як бачимо із рисунків №6 тріщини на будівлі № 202 за два роки з'явилися не на всіх марках, а на деяких становлять до 1 мм. Тому по маяках не можна твердити про нестійкі деформаційні процеси.

На рис.3.6 бачимо результати фотофіксації розкриття гіпсових маяків на будинку №144.



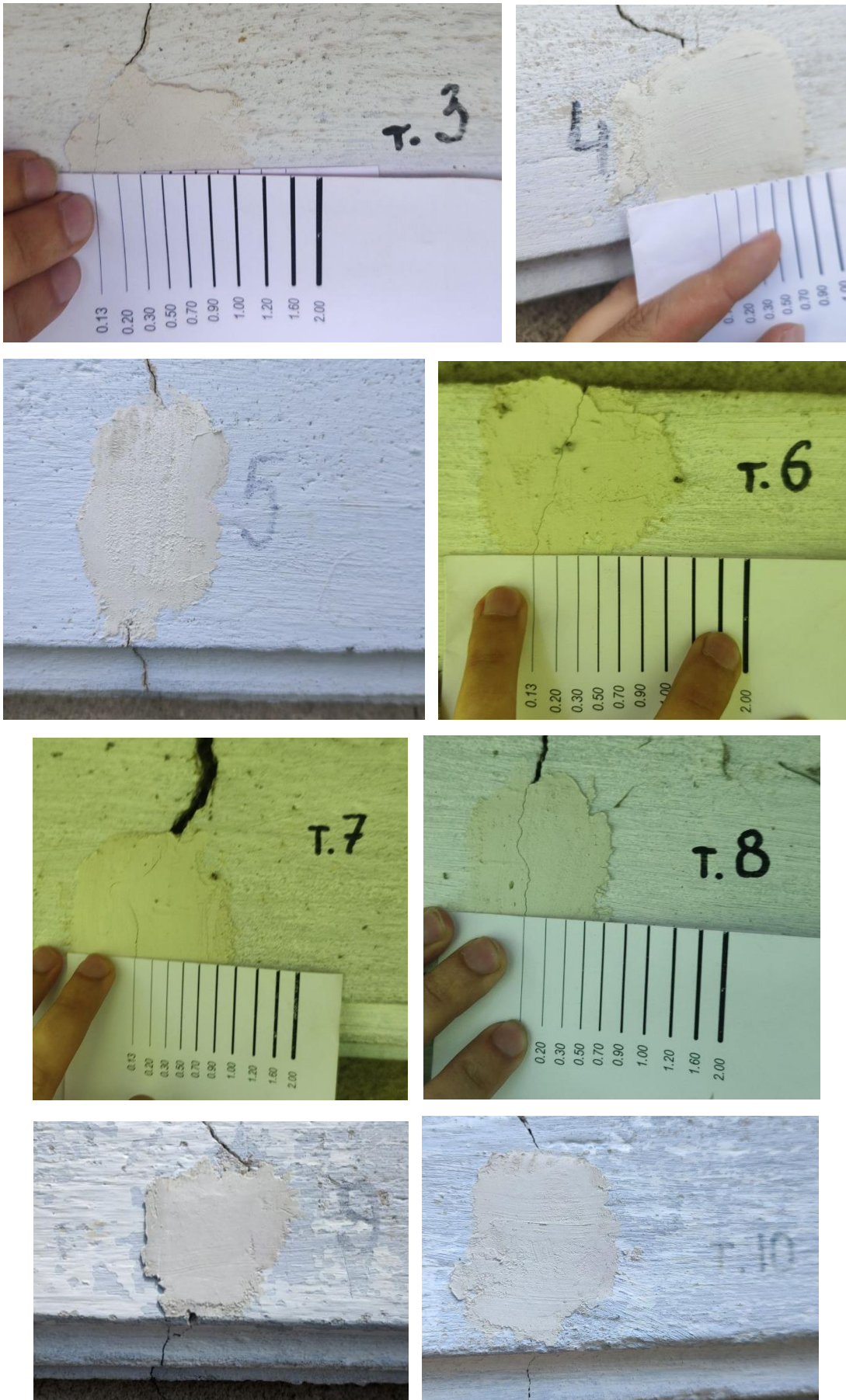


Рисунок 3.6 – Результати фотофіксації розкриття гіпсових маяків на будівлі №144 у 2023 р.

Як бачимо із рисунків №7 тріщини на будівлі № 144 за два роки з'явилися не на всіх марках, а на деяких становлять до 1 мм. Тому по маяках не можна твердити про нестійкі деформаційні процеси.

Схему розміщення та результати фотофіксації розкриття гіпсових маяків на будинку за адресою вул. І Франка №117 бачимо на рис. 3.7 та рис. 3.8 відповідно.

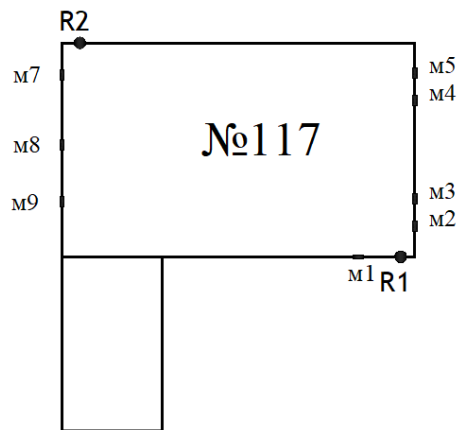
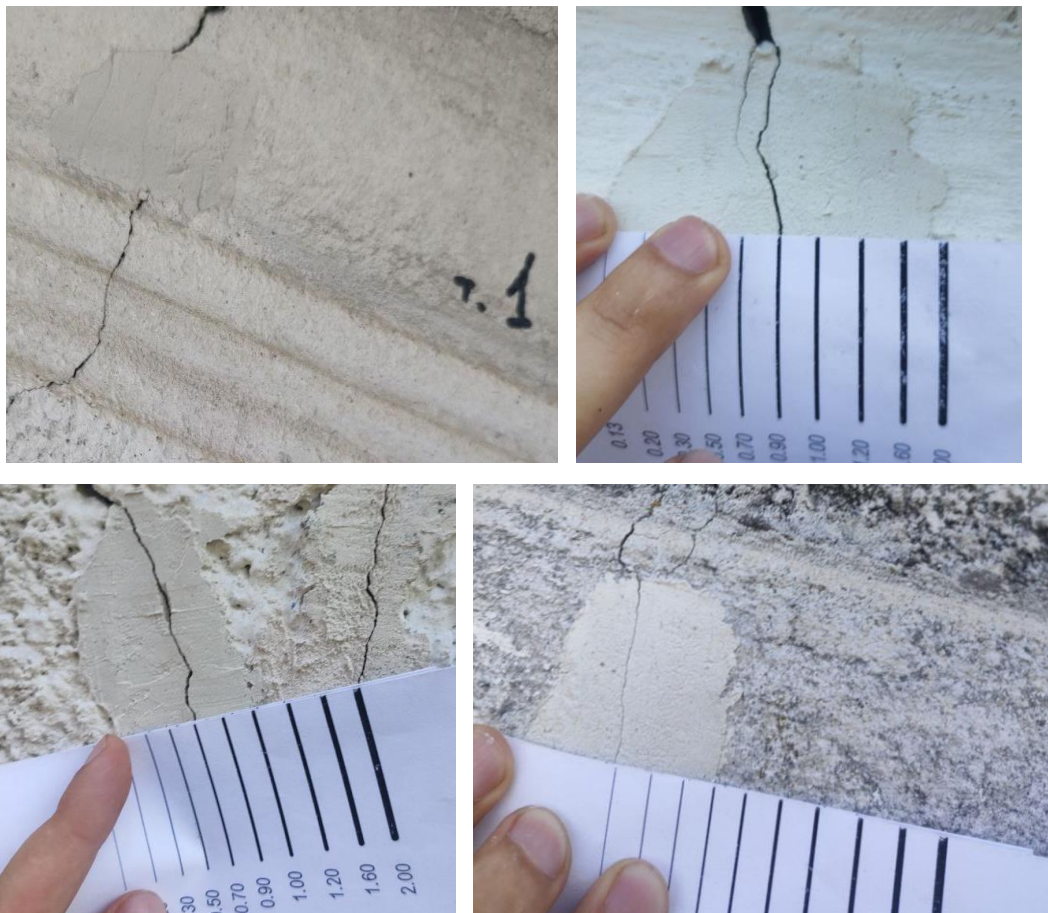


Рисунок 3.7 – Схема розміщення стінних реперів та гіпсових маяків на будівлі №117



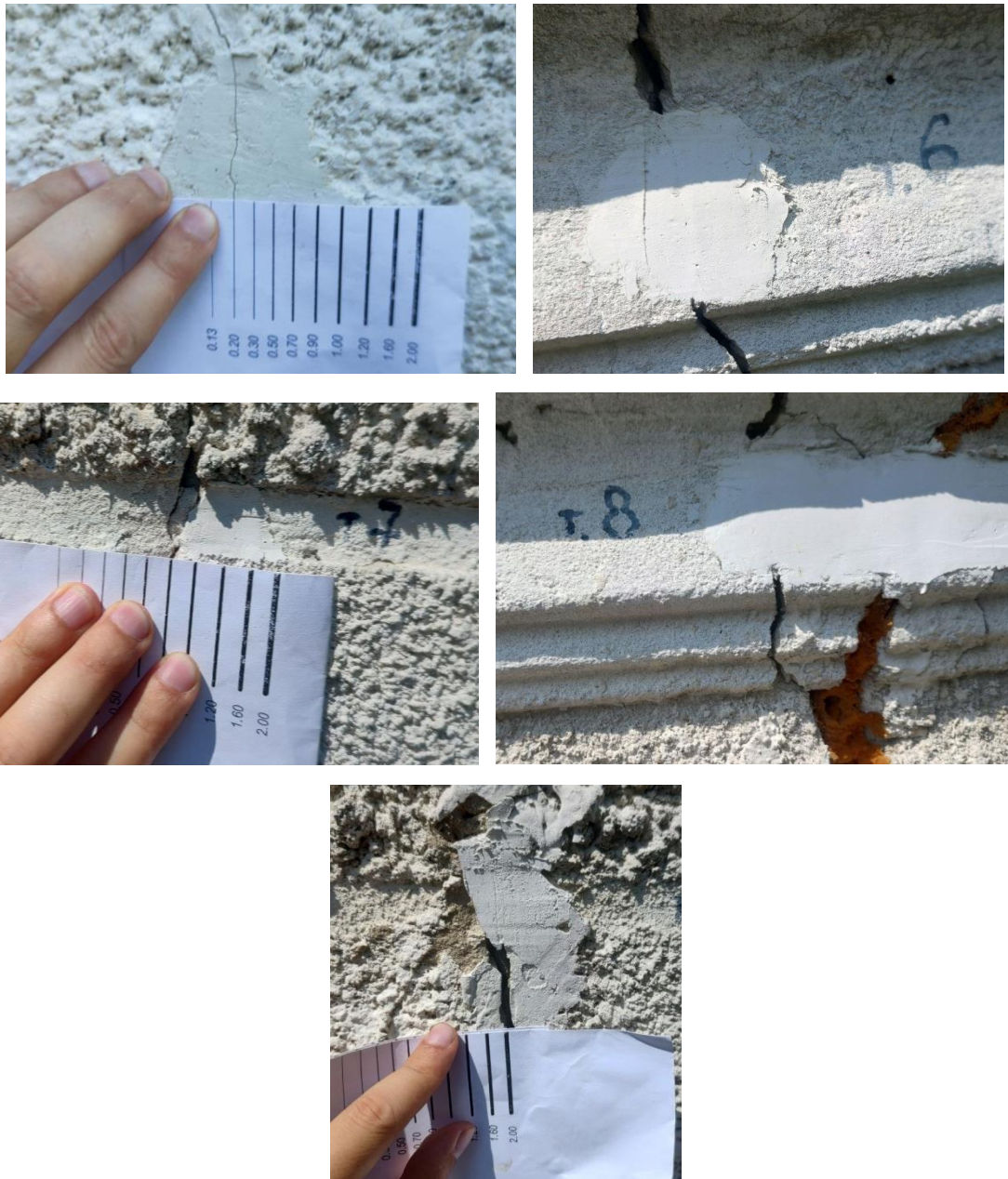


Рисунок 3.8 – Результати фотофіксації розкриття гіпсових маяків на будівлі №117 у 2023 р.

Як бачимо із рисунків №9 тріщини (до 1 мм) з'явилися (а подекуди і збільшуються) практично на всіх гіпсових маяк на будівлі №117, а на марці №2 тріщина становить 0,9 мм, що свідчить про нестійкі деформаційні процеси у даній будівлі.

Для забезпечення моніторингу житлових будівель №84, №196 у фундамент у 2022 році були закладені стінні репери в кількості 2 шт. у

кожну будівлю. Так як дані хати обшиті зовні вагонкою, а в середині були зроблені ремонтні роботи, то встановити гіпсові маяки не було можливості.

Місця закладання стінних реперів наведені на рисунках 3.9 – 3.11.

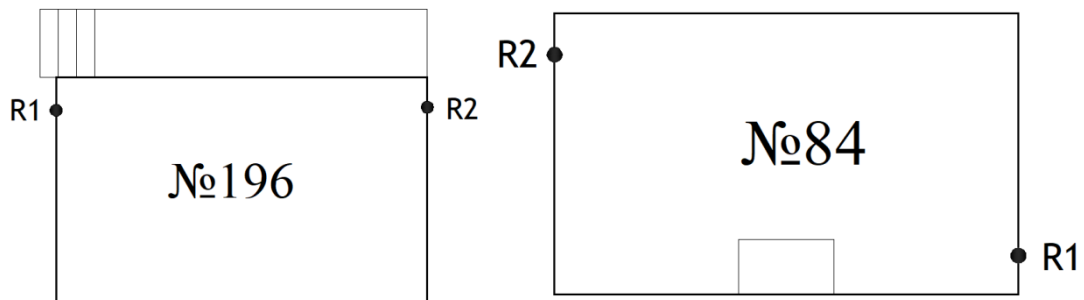


Рисунок 3.9 – Схема розміщення стінних реперів на будівлях №196 та №84



Рисунок 3.10 – Зображення реперів у будівлі №196



Рисунок 3.11 – Зображення реперів у будівлі №84

Під час рекогностування будівель у 2021 та 2022 рр. було встановлено:

- фундамент будівлі №117 має деякі тріщини та знаходиться досить високо над рівнем землі, тому репери закладалися діаметрально протилежно один відносно іншого;
- у будівлі №196 значна частина фундаменту знаходиться нижче рівня земної поверхні, тому репери були закладені там, де знаходився чітко виражений бетонний фундамент. Також видно тріщину (деформаційний шов) між фундаментом будинку та прибудови.
- у будівлі № 84 фундамент знаходиться у вигляді кам'яних блоків, на яких розміщена дерев'яна хата. Тому репери закладалися діаметрально протилежно у дерев'яну балку.

3.3 Надання висновку щодо ступеня деформації житлових будинків за результатами моніторингу зміни висот деформаційних реперів та розкриття гіпсових маяків в с. Кропивник, вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202

Для оцінки динаміки деформацій житлових будинків в с. Кропивник вул. І Франка, 144, 202 та в результаті спостережень по вул. І. Франка 84, 117, 196 було виконано наступні геодезичні роботи:

- рекогностування об'єкту досліджень;
- закладання стінних реперів;
- виконання першого циклу нівелювання для будівель №117, №196 та №84;
- виконання другого циклу нівелювання для будівель №202 та №144;
- дослідження гіпсових маяків на розкриття на будівлях №202, №117 та №144;

Будинок №202

Під час рекогностування будівлі у 2021 році було встановлено, що фундамент був дуже вологий, так як ґрунтові води, на час закладання марок знаходився 10-20 см нижче рівня землі. Станом на травень 2022 року рівень ґрунтових вод знаходився значно нижче, так як випадало мало опадів. На липень 2023 року рівень ґрунтових вод знову піднявся.

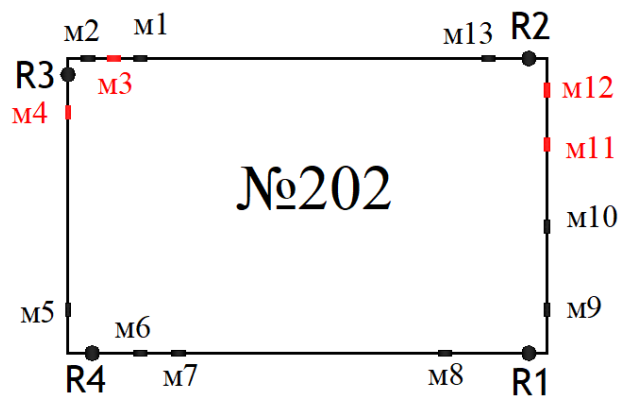


Рисунок 3.12 – Схема розміщення гіпсових маяків які мають розкриття на будівлі №202

У 2023 році деякі тріщини трохи збільшилися, а деякі залишилися без змін і становлять не більше 1 мм.

За даними нівелювання можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого не більше ніж на 2 мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **26,6** мм.

Отже за результатами нівелювання можемо спостерігати осідання всієї ділянки, яке становить менше ніж на 3 см., а за допомогою комбінованого способу спостережень можна встановити, що рух будівлі є незначний у просторовому положенні за два роки.

Будинок №144.

Під час рекогностування будівлі у 2021 році було встановлено, що фундамент, як і сам будинок №144 має тріщини.

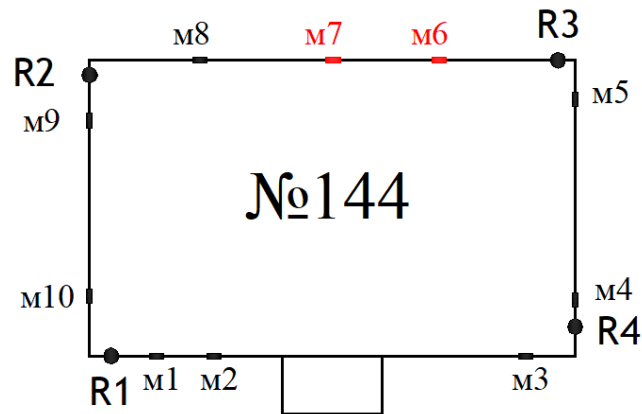


Рисунок 3.13 – Схема розміщення гіпсових маяків які мають розкриття на будівлі №144

У 2022 році, через рік після встановлення гіпсових маяків, з'явилися мікро тріщини (до **1 мм**), У 2023 році тріщини становлять не більше як **1 мм**.

За даними нівелювання можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого не більше ніж на **1 мм.**, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **8 мм**.

Отже, за допомогою комбінованого способу спостережень можна встановити, що рух будівлі є незначний у просторовому положенні за два роки,

Будинок №117

Під час рекогностування будівлі у 2022 році було встановлено, що фундамент має деякі тріщини та знаходиться досить високо над рівнем землі, тому репери закладалися діаметрально протилежно один відносно

іншого кількістю 2 штуки. Так як гіпсові маяки були закладені ще у 2021 році, то можна визначити динаміку розкриття тріщини.

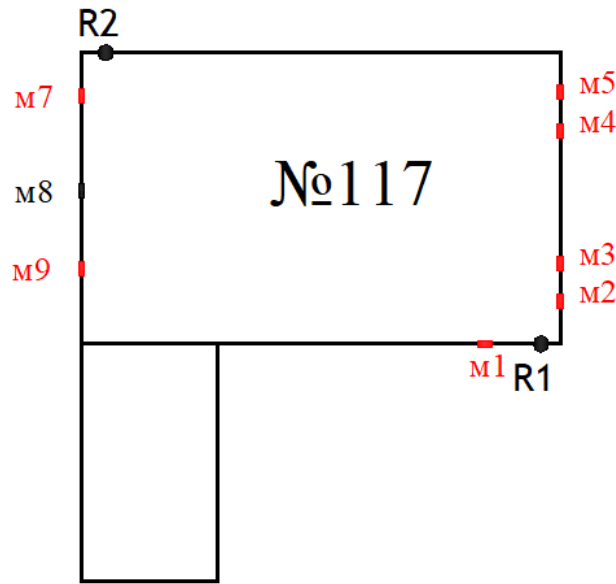


Рисунок 3.14 – Схема розміщення гіпсових маяків які мають розкриття на будівлі №117

У 2022 році, через рік після встановлення гіпсових маяків, з'явилися мікро тріщини (до **1 мм**) практично у всіх місцях. Станом на 2023 р. тріщини трохи збільшилися, але не перевищують 1 мм.

За даними нівелювання будівлі **№117** можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1,5 мм**, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **2,6 мм**.

Можна встановити, що рух будівлі відбувається у різних напрямках просторового положення за один рік, але для детальнішої характеристики деформаційних процесів, слід продовжити спостереження.

Будинок №196

За даними нівелювання будівлі **№196** можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1,2 мм**, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **27,4 мм**.

Будинок №84

За даними нівелювання будівлі **№84** можна встановити, що стінні репери змістилися один відносно іншого на **1.7** мм, а сама будівля просіла відносно вихідних пунктів R 112, R 219 та R 258 на **4,2** мм.

Отже, за допомогою комбінованого способу спостережень можна встановити, що рух усіх будівлі є незначний у просторовому положенні, але для детальнішої характеристики деформаційних процесів, слід продовжити спостереження.

Виконане нівелювання стінних реперів за методикою спостережень, яка забезпечує середньоквадратичну похибку визначення висоти найбільш слабкої марки мережі рівну 2 мм.

4. ГІДРОГЕОХІМІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА МЕРЕЖЕЮ СВЕРДЛОВИН В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

4.1 Обстеження території Калуського гірничопромислового району з метою долучення до гідрологічної мережі колишніх свердловин ДП Калійний завод

Для відслідковування ореолу засолення, а також для визначення ступеня мінералізації підземних вод використовується мережа спостережних свердловин (рис. 4.1). У попередньому, 2022, році проби води відібрано із 19 спостережних гідрогеологічних свердловин. У 2023 році проби води відібрано із 20 спостережних гідрогеологічних свердловин, а також Домбровського кар'єру, шламонакопичувача, хвостосховища № 2, дренажної траншеї, річки Лімниця.. Додатково залучено свердловини зі спостережної мережі ДП «Калійний завод» № 61, 65, 74, 75, які розташовані у південній частині території досліджень, між Домбровським кар'єром та р. Лімниця.

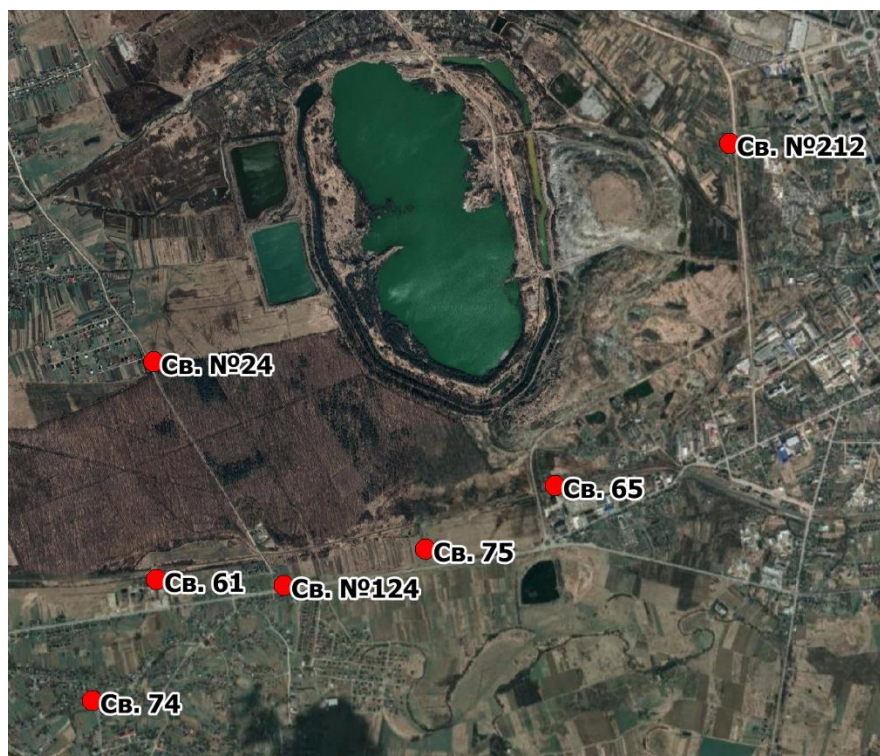


Рис. 4.1 Карта розташування свердловин ДП «Калійний завод».

4.2 Відбір проб води з існуючих спостережних гідрологічних свердловин, Домбровського кар'єру, дренажної траншеї та залучення до мережі додаткових діючих свердловин колишнього ДП «Калійний завод»

Для відслідковування ореолу засолення, а також для визначення ступеня мінералізації підземних вод використовуються спостережні свердловини, що обладнані фільтрами на першій (від поверхні) водоносний горизонт. Це горизонт галькових відкладів, який залягає на глибині від 0,5 до 13 метрів і має потужність від кількох до 12 метрів. Цей горизонт, по-перше, є джерелом питних вод для навколишніх селищ, а по-друге, є горизонтом транзиту засолених вод.

Для визначення ступеня забруднення підземних вод використані свердловини, пробурені у 2019 році (Звіт ТзОВ «Неосфера»). Свердловини бурилися на глибину від 5 до 13 метрів. Після буріння свердловини обсаджувалися пластиковою фільтровою колоною. Зовнішній діаметр труб складає 125 мм, внутрішній – 110 мм. На території дослідження було пробурено всього 20 спостережних гідрогеологічних свердловин. Геологічні розрізи за даними буріння не будувалися.

Пошук свердловин на місцевості здійснювався за вказаними координатами. Оцінка стану спостережних свердловин наведена в таблиці 4.1.

У відповідності до таблиці 1 проби відібрано з 13 свердловин, що пробурені у 2019 році. Перед відбором проб спостережні гідрогеологічні свердловини прокачувались. Відбір проб здійснювався желонкою. Проби розміщались у спеціальних контейнерах, які входять до складу спеціального обладнання лабораторії.

Крім цих свердловин, проби відібрано із свердловин колишнього ДП «Калійний завод» (св. №24, 124, 212, 65, 75, 61, 74) та з приповерхневих об'єктів, а саме Домбровський кар'єр, дренажна траншея, хвостосховища №2, шламонакопичувача №3 та р. Лімниця.

Схема розташування свердловин наведена на рисунку 4.2.

Таблиця 4.1 – Відомості про відбір проби із джерел Калуш-Голинського гірничопромислового району.

№ п/п	№ проби	Місце відбору
1	№1	Домбровський кар'єр
2	№2	Дренажна траншея
3	№3	Хвостосховище №2
4	№4	Шламонакопичувач №3
5	№5	р. Лімниця
6	№6	Свердловина №74
7	№7	Свердловина №4
8	№8	Свердловина №61
9	№9	Свердловина №6
10	№10	Свердловина №7
11	№11	Свердловина №8
12	№12	Свердловина №9
13	№13	Свердловина №10
14	№14	Свердловина №11
15	№15	Свердловина №12
16	№16	Свердловина №13
17	№17	Свердловина №24
18	№18	Свердловина №15
19	№19	Свердловина №16
20	№20	Свердловина №17
21	№21	Свердловина №124
22	№22	Свердловина №75
23	№23	Свердловина №65
24	№24	Свердловина №212
25	№25	Свердловина №20

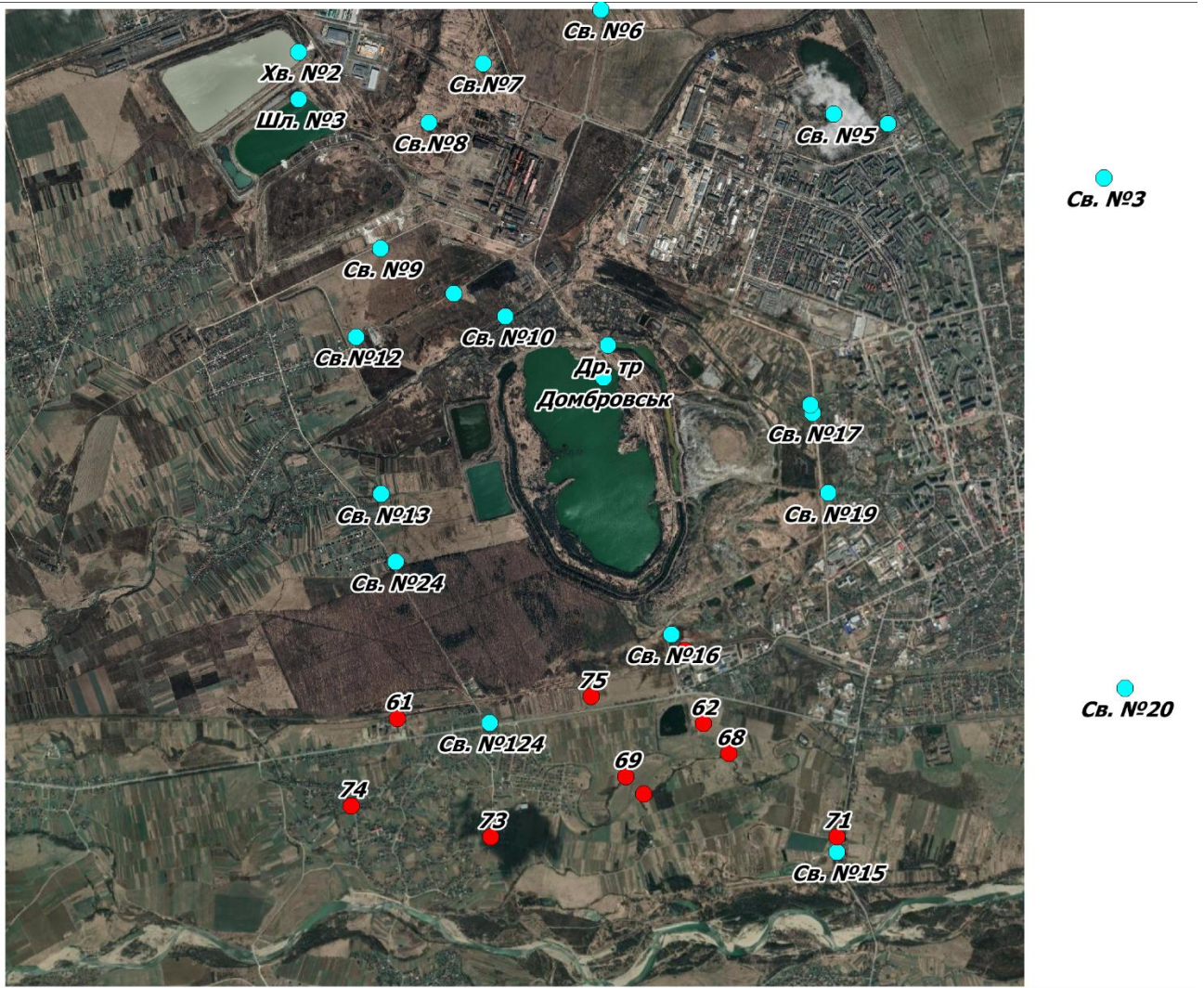


Рисунок 4.2 – Схема розташування спостережних гідрогеологічних свердловин та точок відбору приповерхневих проб води.

4.3 Заміри абсолютних відміток поверхні озера Домбровського кар'єру та дренажної траншеї.

Проведено заміри абсолютних відміток геодезичним GNSS/GPS-приймачем в районі поверхні озера Домбровського кар'єру та дренажної траншеї та р. Сівка-Калуська. Похибка при спостереженні в плані складала – 8 мм , по висоті – 15 мм . Результати наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 Координати та абсолютні відмітки об'єктів дослідження

№п/п	Назва об'єкту	Координата X	Координата Y	Абсолютна відмітка, м
1	Домбровський карер	5424511.738	1360490.804	289.020
2	Дренажна траншея Домбровського кареру	5424664.915	1360494.869	290.364
3	р.Сівка (штучне русло)	5425082.825	1360114.675	296.868

4.4 Проведення лабораторних гідрогеохімічних аналізів відібраних проб з спостережних свердловин мережі, Домбровського кар'єру та дренажної траншеї та залучених до мережі додаткових діючих свердловин колишнього ДП «Калійний завод»

У пробах визначались хімічні та фізико-хімічні показники, зокрема вміст солей та хлоридів. Ці показники є важливими для характеристики стану вод, оскільки високомінералізовані води та стоки можуть проникати у водоносні горизонти та р. Лімниця, яка є джерелом питного водопостачання м. Калуш. Аналіз результатів випробувань проведено відповідно «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721.

Визначення хімічних і фізико-хімічних показників проведено з допомогою приладів:

- спектрофотометр Ulab 102 HD
- рН-метр Horiba Ltd Laguna-PC 1100
- кондуктометр Horiba Ltd Laguna-PC 1100

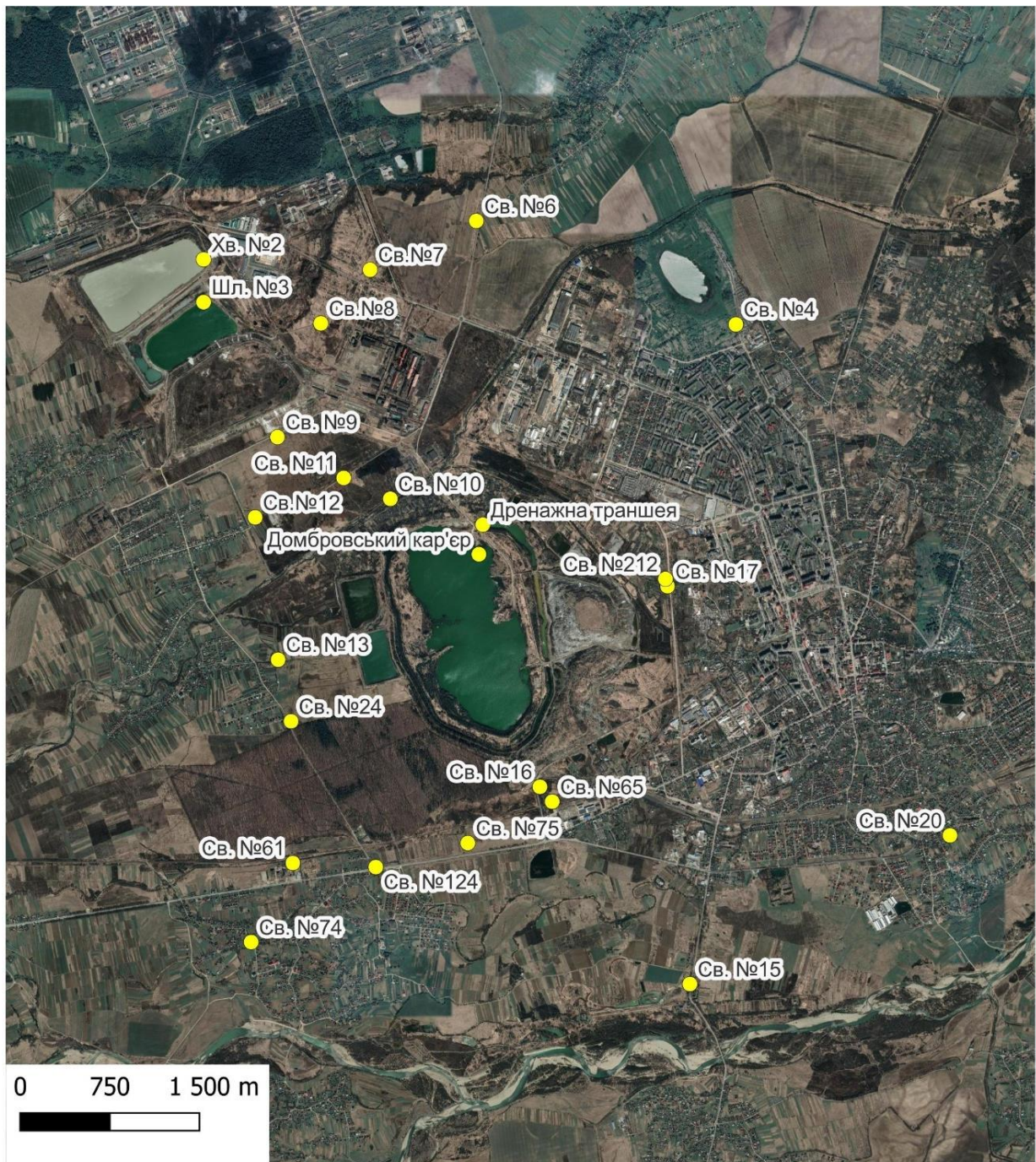


Рисунок 4.3 Розташування гідрогеологічних свердловин то об'єктів з яких відібрано проби

Результати аналізу солевого складу проб води наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Солевий склад проб води

	Найменування показника	Мінералізація, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Жорсткість, мг-екв/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Бікарбонати, мг/дм ³
	Гігієнічні нормативи якості	1000	500	350	1,5-7,0	200	50	-
№ з/п	Назва проби	Результати випробувань						
1	Хвостосховище №2	110840	13100	38641	540	2173	5369	21960
2	Шламонакопичувач № 3	140800	21200	51544	337	2398	2728	17080
3	Домбровський кар'єр	19600	1959	8975	78	445	679	1464
4	Дренажна траншея	3780	655	1312	13	140	75	512
5	№4	662	104	17	1,1	17	2,7	342
6	№6	232	107	16	1,2	20	3,0	98
7	№7	220	74	9,0	2,5	46	3,7	73
8	№8	2890	1351	189	29	523	37	488
9	№9	59900	14900	21766	233	1804	1798	1708
10	№10	692	178	121	3,8	59	10	171
11	№11	26400	4321	11599	145	1209	1067	976
12	№12	359	81	30	2,4	39	5,3	140
13	№13	16023	6419	2552	21	303	67	1464
14	№15	297	37	21	2,7	30	16	156
15	№16	1740	213	743	7,3	74	44	146
16	№17	676	180	174	3,5	55	9,9	91
17	№20	330	25	16	2,9	53	3,5	207
18	№ 24	381	44	130	3,1	48	9,2	171
19	№ 61	852	91	286	5,3	52	34	189
20	№ 65	29211	3200	13542	103	1230	533	1464
21	№ 74	343	26	89	3,1	40	14	122
22	№ 75	780	69	277	3,5	47	15	159
23	№ 124	5836	216	2992	5,1	60	26	317
24	№ 212	874	131	284	4,1	42	24	159
25	р. Лімниця	199	45	15	1,7	28	4,7	79

Результатами досліджень підтверджено високий вміст солей у шламонакопичувачі, хвостосховищі та Домбровському кар'єрі. Так, при

гранично допустимій концентрації вмісту солей у воді рівній 1000 мг/дм^3 , рівень мінералізації вод у шламонакопичувачі № 3 у 140 разів вище норми і становить $140\,800 \text{ мг/дм}^3$, у хвостосховищі № 2 – практично у 110 разів вище норми і становить $110\,840 \text{ мг/дм}^3$, у Домбровському кар'єрі майже у 20 разів вище норми та рівній $19\,600 \text{ мг/дм}^3$. Визначена мінералізація за об'єктами гідрогеохімічного моніторингу винесена на рисунок 4.4.

Якісний склад вод характеризується присутністю хлоридних та сульфатних солей. При нормативних значеннях вмісту хлоридів рівному 350 мг/дм^3 , сульфатів – 500 мг/дм^3 , у пробах, відібраних із хвостосховища № 2, шламонакопичувача та Домбровського кар'єру спостерігається перевищення встановлених гранично- допустимих концентрацій за вмістом хлоридів у **110,4; 147,3**; та у **25,6** разів відповідно, за вмістом сульфатів - в **26,2, 42,4, та 3,9** разів відповідно. Високими є всі ці показники і в Дренажній траншеї, де показник мінералізації перевищує ГДК у 3,8 рази, вміст хлоридів - у **3,7** разів, вміст сульфатів - у **1,3** рази. За показниками іонного складу чітко спостерігається вміст солей кальцію, магнію вище встановлених нормативів якості.

У результаті проведених досліджень проб, відібраних із свердловин на території Калуського району, визначено, що максимальні значення вмісту солей характерні для свердловини № 9: показник мінералізації рівній $59\,900 \text{ мг/дм}^3$, сульфати – $14\,900 \text{ мг/дм}^3$, хлориди – $21\,766 \text{ мг/дм}^3$, кальцій – $1\,804 \text{ мг/дм}^3$, магній – 1798 мг/дм^3 . Окрім цього, у **5** пробах вміст сульфатів знаходиться у межах від **1351 мг/дм³** у свердловині № 8 до 6419 мг/дм^3 у свердловині № 13, що перевищує граничнодопустимі концентрації у **2,7 – 12,8** рази відповідно. Перевищення ГДК, окрім свердловини № 9, за вмістом хлоридів зафіксовано у 5 пробах і їх найвищий вміст у свердловині № 65 – 13542 мг/дм^3 , що вище норми у 38,7 рази. Найнижчий вміст зафіксовано у свердловині № 6 – 16 мг/дм^3 . У 13 пробах №№ 4, 6, 7, 10, 12, 15, 17, 20, 24, 61,74,75 та 212 вміст солей, сульфатів та хлоридів знаходиться у межах ГДК.

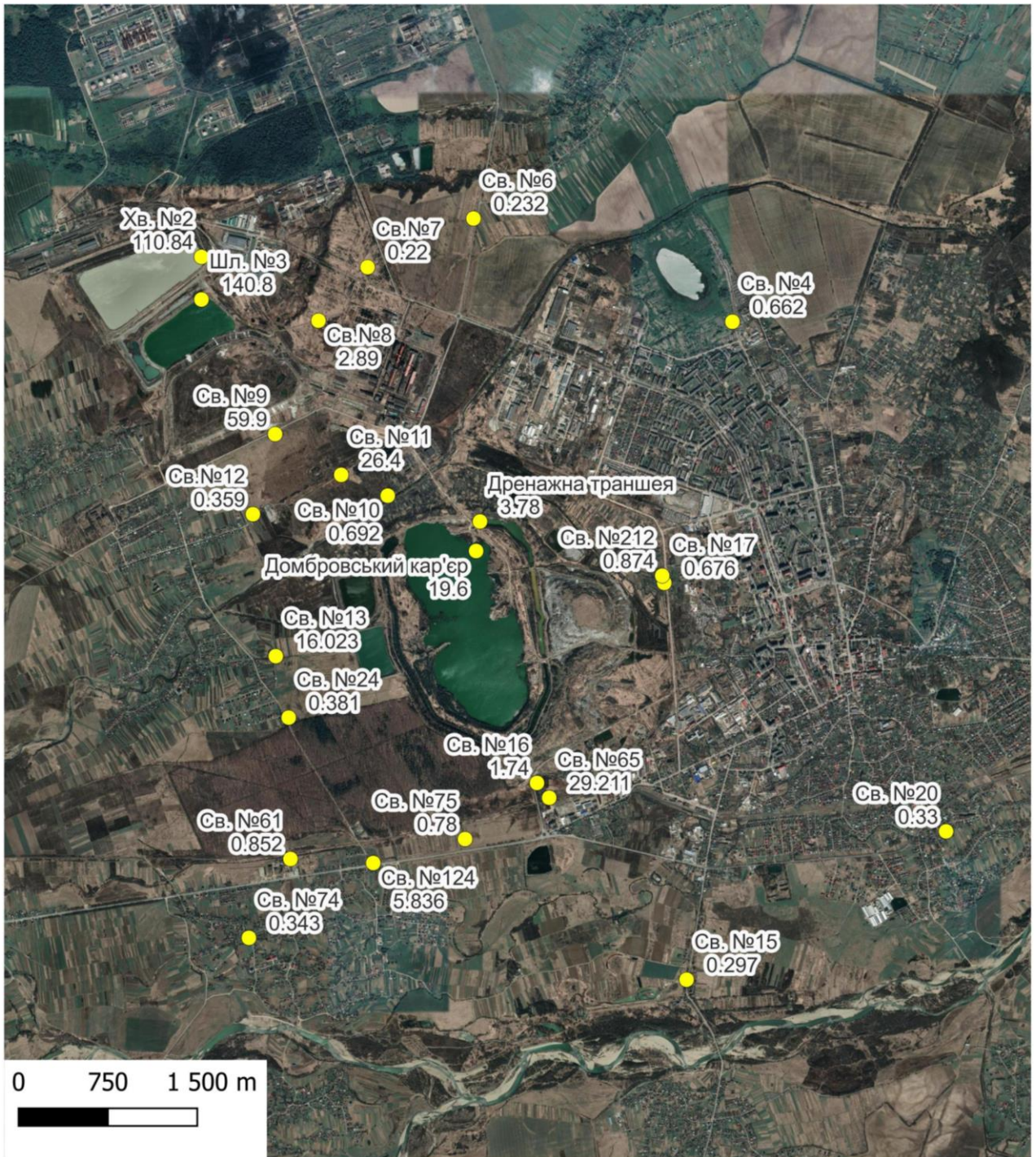


Рисунок 4.5 Визначена мінералізація для проб води за об'єктами гідрогеохімічного моніторингу

Вміст кальцію та магнію у чотирьох пробах є вищим нормативних значень рівних 200 мг/дм^3 і 50 мг/дм^3 відповідно: у пробі № 8 вміст кальцію рівний 523 мг/дм^3 , що вище ГДК у 2,6 рази, у пробі № 11 - вміст кальцію рівний 1209 мг/дм^3 , що вище ГДК у 6 разів, магнію - 1067 мг/дм^3 , перевищення в 21,3 рази, у пробі № 13 - кальцій 303 мг/дм^3 , що вище ГДК у

1,5 рази, у пробі № 65 - вміст кальцій рівний 1230 мг/дм^3 та перевищує ГДК у 6,2 рази, магнію - 533 мг/дм^3 та перевищує ГДК в 10,7 рази.

У пробах води визначено вміст біогенних елементів - амоній-іонів, нітритів, нітратів та ортофосфатів. Дані досліджень наведено в таблиці 4.2.

Аналіз отриманих даних підтверджує забруднення біогенними елементами хвостосховища № 2 та шламонакопичувача, де зафіксовано перевищення за вмістом іонів амонію в 3,7 та 2,1 разів, за вмістом нітрат-іонів у шламонакопичувачі - в 1,3 рази.

Із свердловин перевищення ГДК за вмістом іонів амонію зафіксовано у **3 пробах - №№ 9, 11, 13**. Концентрація амоній-іонів змінювалася від найменшого значення рівного $0,52 \text{ мг/дм}^3$ у пробі № 124 до найбільших значень - у пробі № 13 вміст амоній-іонів рівний 29 мг/дм^3 , що вище ГДК в 11,3 рази, 22 мг/дм^3 у пробі № 11, що вище ГДК у 8,6 рази та $9,3 \text{ мг/дм}^3$ у пробі № 9, що вище ГДК у 3,6 рази..

Перевищення ГДК за вмістом нітрит-іонів не зафіксовано ні в одній пробі, за вмістом нітрат-іонів - тільки у одній пробі № 9 у 1,5 рази.

З токсикологічних показників проведено визначення марганцю, заліза, хрому та міді. Дані досліджень наведено в таблиці 4.3.

У хвостосховищі № 2 та шламонакопичувачі № 3 встановлено перевищення за вмістом марганцю у 3,3 рази та у 80 відповідно. Вміст заліза у хвостосховищі № 2 вищий ГДК в 21 раз, у шламонакопичувачі № 3 в 2 рази.

Таблиця 4.5 – Вміст біогенних елементів у пробах води

№ з/п	Найменування показника	Масова концентрація амоній-іонів, мг/дм ³	Масова концентрація нітриту, мг/дм ³	Масова концентрація нітрат-іони, мг /дм ³	Масова концентрація ортофосфату, мг/дм ³
		Гігієнічні нормативи якості	2,56	3,3	45
№ з/п	Назва проби	Результати випробувань			
1	Хвостосховище №2	9,5	1,3	32	2,0
2	Шламонакопичувач № 3	5,5	1,0	60	0,43
3	Домбровський кар'єр	0,59	0,014	6,7	0,004
4	Дренажна траншея	0,11	0,014	0,61	0,008
5	№ 4	1,6	0,052	1,8	0,26
6	№ 6	0,86	0,039	0,90	0,32
7	№ 7	0,48	0,044	0,15	0,20
8	№ 8	0,32	0,013	0,32	0,071
9	№ 9	9,3	1,4	69	3,3
10	№ 10	0,97	0,036	0,51	0,17
11	№ 11	22	1,1	13	1,0
12	№ 12	0,65	0,027	0,69	0,27
13	№ 13	29	0,049	5,8	0,85
14	№ 15	1,2	0,006	0,82	0,028
15	№ 16	2,1	0,013	1,0	0,053
16	№ 17	1,6	0,009	0,30	0,006
17	№ 20	1,5	0,038	3,3	0,085
18	№ 24	1,3	0,023	2,2	0,016
19	№ 61	3,1	0,047	0,62	0,14
20	№ 65	12	1,3	18	2,1
21	№ 74	0,13	0,077	2,8	0,003
22	№ 75	0,47	0,051	0,85	0,004
23	№ 124	0,52	0,039	0,55	0,004
24	№ 212	0,23	0,027	0,67	0,007
25	р. Лімниця	0,21	0,037	2,6	0,030

Таблиця 4.6 – Вміст токсикологічних показників у пробах води

	Найменування показника	Масова концентрація марганцю, мг/дм ³	Масова концентрація заліза, мг/дм ³	Масова концентрація загального хрому, мг/дм ³	Масова концентрація міді, мг/дм ³
	Гігієнічні нормативи якості	0,1	0,3	0,05	1,0
№ з/п	Назва проби	Результати випробувань			
1	Хвостосховище №2	0,33	6,3	0,0	0,0
2	Шламонакопичувач № 3	8,0	0,61	0,007	0,003
3	Домбровський кар'єр	0,037	0,099	0,0	0,0
4	Дренажна траншея	0,010	0,069	0,0	0,0
5	№ 4	0,013	0,94	0,004	0,003
6	№ 6	0,017	0,73	0,0	0,0
7	№ 7	0,007	0,45	0,0	0,0
8	№ 8	0,0	0,11	0,0	0,0
9	№ 9	0,013	1,4	0,012	0,007
10	№ 10	0,010	0,67	0,0	0,0
11	№ 11	0,33	3,64	0,006	0,007
12	№ 12	0,090	0,11	0,0	0,0
13	№ 13	5,7	0,60	0,011	0,014
14	№ 15	0,24	0,065	0,0	0,0
15	№ 16	0,037	0,87	0,0	0,0
16	№ 17	0,0	0,36	0,0	0,0
17	№ 20	0,0	0,29	0,0	0,0
18	№ 24	0,98	0,18	0,0	0,0
19	№ 61	0,14	18	0,005	0,008
20	№ 65	20	65	0,015	0,010
21	№ 74	0,17	0,18	0,0	0,0
22	№ 75	0,13	0,31	0,0	0,0
23	№ 124	0,17	0,48	0,0	0,0
24	№ 212	0,35	0,36	0,002	0,003
25	р. Лімниця	0,0	0,23	0,0	0,0

У пробах, відібраних зі свердловин, за вмістом марганцю зафіксовано перевищення ГДК у 10 пробах і в 4 з них незначні - свердловини №№ 11, 13, 15, 24, 61, 65, 74, 75, 124 та 212 і результати знаходиться в межах від 0,13 мг/дм³, що вище ГДК у 1,3 рази у пробі № 75 до 20 мг/дм³ у пробі

№ 65, що вище ГДК у 200 разів. Високим є вміст марганцю у пробі № 13, рівний $5,7 \text{ мг/дм}^3$ та перевищує ГДК у 57 разів.

Вміст заліза високий у 13 пробах - №№ 4, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 61, 65, 124, 212 і знаходиться в межах від $0,36 \text{ мг/дм}^3$ у свердловинах № 17 та № 212, що вище ГДК у 1,2 рази до 65 мг/дм^3 у свердловині № 65, що вище ГДК у 217 разів. Високим є вміст заліза у пробі № 61, рівний 18 мг/дм^3 та перевищує ГДК у 60 разів.

Дослідженнями проб зі свердловин на вміст хрому та міді не зафіксовано перевищення ГДК.

Дослідження проби з річки Лімниця відповідно до класифікації за мінералізацією В.К. Хільчевського підтверджують, що вода є помірно прісною, м'якою, за хімічним складом - гідрокарбонатно-сульфатною. Показники солевого складу низькі і практично незмінні протягом тривалого періоду спостережень. Концентрації біогенних та токсикологічних елементів знаходяться в межах норм.

4.5 Систематизація даних лабораторних аналізів у свердловинах за даними спостережень 2022-2023 років

За результатами відібраних у 2023 році проб за сіткою спостережних свердловин, проведено лабораторні хімічні аналізи з визначення хімічних, фізико-хімічних показників та встановлення елементного складу води. У 2023 році виконано лабораторні хімічні аналізи за тією ж самою структурою, щой у 2022, але за винятком визначення вмісту металів спектрометричними методом. Для оцінки динаміки концентрацій речовин у воді доцільно виконати систематизацію та порівняння одержаних показників за 2022 та 2023 роки.

Значення мінералізації та сольового складу за 2022 та 2023 роки та їх різницю (як показник динаміки) наведено в таблицях 4.7-4.8.

Опис одержаних результатів за цими показниками наведено у підрозділі 4.2 цього звіту (для 2023 року).

Порівняння показників мінералізації та солевого складу, наведених у таблицях 4.7 та 4.8 за 2023 та 2022 роки вказує на значні коливання концентрацій практично за усіма показниками для груп свердловин 9, 10, 11, 8 (зона впливу хвостосховищ), 16, 19 (зона впливу солевідвалу), 13 (зона впливу акумулюючих ємностей) – тут спостерігається зміна концентрацій більша-рівна 1 частці ГДК. Це явище логічно пояснюється близькістю зазначених свердловин до відповідних джерел забруднення водоносного горизонту.

Значне зменшення загальної мінералізації за період 2022-2023 спостерігається у пробах відібраних з Домбровського кар'єру, свердловин №8, 10, 16. Значне збільшення загальної мінералізації спостерігається у першу чергу у свердловині №9 (на 41,7 г/л), а також свердловинах №11, 13, 124. Значна мінералізація (понад 29 г/л) зафіксована у свердловині №65, яка введена до спостережної мережі цього року. Це свердловина спостережної мережі ДП «Калійний завод». За цією свердловиною також перевищено ГДК за усіма іншими компонентами солевого складу. Зазначена свердловина потребує особливої уваги, оскільки розташована на півдні ділянки досліджень, між Домбровським кар'єром та р. Лімниця. Свердловина №16, що розташована північніше свердловини № 65 на відстані 160 м демонструє значно меншу мінералізацію, близько 1,7 г/л тв від'ємну динаміку показників концентрації. Ця свердловина належить до нової спостережної мережі, закладеної ТОВ «НООСФЕРА». Проте проби відібрані у свердловині №16 теж перевищують ГДК, проте не у десятки разів порівняно з свердловиною 65.

Таблиці 4.7 – Сольовий склад відібраних проб води.

№ з/п	Найменування показника		Мінералізація, мг/дм ³				Сульфати, мг/дм ³				Хлориди, мг/дм ³				Жорсткість, мг-екв/дм ³			
	ГДК і ОБРВ мг/дм ³	рибгосп. питн., госп-побут. (наказ МОЗ 721 від 02.05.22)	1000				100 500				300 350				1,5-7,0 -			
Місце відбору проб			Результати випробувань															
			2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ
1	Хвостосховище №2		<u>83916</u>		<u>110840</u>		<u>613</u>		<u>13100</u>		<u>42186</u>		<u>38641</u>		<u>733</u>		<u>540</u>	
2	Шламонакопичувач		<u>80356</u>		<u>140800</u>		<u>162</u>		<u>21200</u>		<u>50268</u>		<u>51544</u>		<u>479</u>		<u>337</u>	
3	Дренажна траншея			<u>2604</u>	<u>3780</u>	<u>1176</u>		<u>210</u>	<u>655</u>	<u>445</u>		<u>1080</u>	<u>1312</u>	<u>232</u>		<u>46</u>	<u>13</u>	<u>-33</u>
4	р. Лімниця			189	199	10		12	45	33		76	15	-61		1,4	1,7	0,3
5	Домбровський кар'єр		<u>20320</u>	<u>24829</u>	<u>19600</u>	<u>-5229</u>	<u>324</u>	<u>5600</u>	<u>1959</u>	<u>-3641</u>	<u>11344</u>	<u>10840</u>	<u>8975</u>	<u>-1865</u>	<u>147</u>	<u>115</u>	<u>78</u>	<u>-37</u>
6	№3		783	747			15	<u>117</u>			156	235			4,9	4,8		
7	№4		335	497	662	165	18	17	<u>104</u>	87	54	180	17	-163	4,5	4	1,1	-2,9
8	№5		<u>1347</u>	<u>1072</u>			<u>388</u>	100			<u>317</u>	<u>377</u>			<u>7,8</u>	<u>8,6</u>		
9	№6		<u>1197</u>	504	232	-272	<u>625</u>	88	<u>107</u>	19	26	117	16	-101	<u>7,5</u>	5,1	1,2	-3,9
10	№7		422	345	220	-125	<u>165</u>	50	74	24	15	62	9	-53	3,4	4,6	2,5	-2,1
11	№8		<u>3810</u>	<u>4421</u>	<u>2890</u>	<u>-1531</u>	<u>1373</u>	<u>950</u>	<u>1351</u>	<u>401</u>	<u>998</u>	<u>1012</u>	189	<u>-823</u>	<u>49</u>	<u>47</u>	<u>29</u>	<u>-18</u>
12	№9		<u>23746</u>	<u>18164</u>	<u>59900</u>	<u>41736</u>	<u>4714</u>	<u>331</u>	<u>14900</u>	<u>14569</u>	<u>10156</u>	<u>8578</u>	<u>21766</u>	<u>13188</u>	<u>132</u>	<u>111</u>	<u>233</u>	<u>122</u>
13	№10		<u>1227</u>	<u>3764</u>	692	<u>-3072</u>	<u>540</u>	<u>500</u>	<u>178</u>	<u>-322</u>	174	<u>790</u>	121	<u>-669</u>	8,2	<u>41</u>	3,8	<u>-37,2</u>
14	№11		<u>1680</u>	<u>8474</u>	<u>26400</u>	<u>17926</u>	<u>198</u>	<u>2000</u>	<u>4321</u>	<u>2321</u>	<u>514</u>	<u>2595</u>	<u>11599</u>	<u>9004</u>	<u>12</u>	<u>66</u>	<u>145</u>	<u>79</u>
15	№12		630	649	359	-290	<u>126</u>	57	81	24	177	<u>422</u>	30	<u>-392</u>	7	4,3	2,4	-1,9
16	№13		<u>2908</u>	<u>5199</u>	<u>16023</u>	<u>10824</u>	<u>350</u>	<u>159</u>	<u>6419</u>	<u>6260</u>	<u>1453</u>	<u>1920</u>	<u>2552</u>	<u>632</u>	<u>26</u>	<u>31</u>	<u>21</u>	<u>-10</u>
17	№15		292	264	297	33	50	18	37	19	71	95	21	-74	3,5	2	2,7	0,7
18	№16		<u>3859</u>	<u>8465</u>	<u>1740</u>	<u>-6725</u>	<u>676</u>	<u>1400</u>	<u>213</u>	<u>-1187</u>	<u>1817</u>	<u>2693</u>	<u>743</u>	<u>-1950</u>	<u>40</u>	<u>48</u>	<u>7,3</u>	<u>-40,7</u>
19	№17		998	886	676	-210	<u>199</u>	<u>142</u>	<u>180</u>	38	<u>301</u>	150	174	24	<u>7</u>	<u>7,6</u>	3,5	-4,1
20	№19		<u>2626</u>	<u>4183</u>			<u>697</u>	<u>900</u>			<u>1274</u>	<u>1338</u>			<u>15</u>	<u>37</u>		
21	№20		443		330		<u>114</u>		25		113		16		4,6		2,9	
22	№24			495	381	-114		95	44	-51		177	130	-47		3,3	3,1	-0,2
23	№ 61				852				91				286				5,3	
24	№ 65				<u>29211</u>				<u>3200</u>				<u>13542</u>				<u>103</u>	
25	№ 74				343				26				89				3,1	
26	№ 75				780				69				277				3,5	
27	№124			<u>4344</u>	<u>5836</u>	<u>1492</u>		58	<u>216</u>	<u>158</u>		<u>1420</u>	<u>2992</u>	<u>1572</u>		8,6	5,1	-3,5
28	№212			707	874	167		80	<u>131</u>	51		<u>331</u>	<u>284</u>	-47		4,9	4,1	-0,8

Δ – різниця між 2023 та 2022 роком

Таблиці 4.8 – Сольовий склад відібраних проб води.

№ з/п	Найменування показника		Кальцій, мг/дм ³				Магній, мг/дм ³			
	ГДК і ОБРВ мг/дм ³	рибгосп. питн., госп-побут. (наказ МОЗ 721 від 02.05.22)	2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ
			180				40			
			200				50			
Місце відбору проб			Результати випробувань							
			2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ
1	Хвостосховище №2		<u>560</u>		<u>2173</u>		<u>8566</u>		<u>5369</u>	
2	Шламонакопичувач		<u>477</u>		<u>2398</u>		<u>5528</u>		<u>2728</u>	
3	Дренажна траншея			<u>392</u>	140	<u>-252</u>		<u>333</u>	<u>75</u>	<u>-258</u>
4	р. Лімниця			22	28	6		3,5	4,7	1,2
5	Домбровський кар'єр		<u>508</u>	<u>1668</u>	<u>445</u>	<u>-1223</u>	<u>1477</u>	<u>379</u>	<u>679</u>	<u>300</u>
6	№3		87	78			5	11		
7	№4		65	46	17	-29	14	20	2,7	-17,3
8	№5		106	97			30	45		
9	№6		105	80	20	-60	24	14	3	-11
10	№7		42	52	46	-6	16	22	3,7	-18,3
11	№8		<u>636</u>	<u>856</u>	<u>523</u>	<u>-333</u>	<u>207</u>	49	37	-12
12	№9		<u>2320</u>	<u>1580</u>	<u>1804</u>	<u>224</u>	<u>194</u>	<u>395</u>	<u>1798</u>	<u>1403</u>
13	№10		118	<u>640</u>	59	<u>-581</u>	28	<u>112</u>	10	<u>-102</u>
14	№11		110	928	1209	<u>281</u>	<u>65</u>	<u>243</u>	<u>1067</u>	<u>824</u>
15	№12		86	61	39	-22	33	15	5,3	-9,7
16	№13		<u>300</u>	<u>592</u>	<u>303</u>	<u>-289</u>	<u>122</u>	34	<u>67</u>	33
17	№15		48	29	30	1	13	6,4	16	9,6
18	№16		<u>360</u>	<u>690</u>	74	<u>-616</u>	<u>267</u>	<u>165</u>	44	<u>-121</u>
19	№17		108	87	55	-32	19	39	9,9	-29,1
20	№19		120	432			<u>73</u>	<u>187</u>		
21	№20		48		53		27		3,5	
22	№24			36	48	12		18	9,2	-8,8
23	№ 61				52				34	
24	№ 65				<u>1230</u>				<u>533</u>	
25	№ 74				40				14	
26	№ 75				47				15	
27	№124			92	60	-32		46	26	-20
28	№212			70	42	-28		17	24	7

Δ – різниця між 2023 та 2022 роком

У пробах води визначено вміст біогенних елементів - амоній-іонів, нітритів, нітратів та ортофосфатів. Дані досліджень наведено в таблиці 4.9.

Проаналізувавши динаміку зміни біогенних елементів - амоній-іонів, нітритів, нітратів та ортофосфатів, можна відмітити, що значний приріст концентрацій спостерігається у свердловині №9, особливо за амоній-іонами та нітрат-іонами, також є приріст концентрації амоній-іонів у свердловині №13. Від'ємні зміни концентрацій між пробами 2023 та 2022 років фіксуються у свердловинах 10, 8 (зона впливу хвостосховищ), 16 (зона впливу солевідвалу), №124, а також пробах Домбровського кар'єру та дренажної траншеї.

З токсикологічних показників проведемо порівняння концентрацій заліза та марганцю. Дані досліджень наведено в таблиці 4.7.

Аналіз даних з таблиці 4.10 показує, що концентрація марганцю у пробах води у 2023 році переважає ГДК у свердловинах № 11, 13, 15, 24, 61, 65 (значно, у 200 разів), 74, 75, 124, 212. Проте у 2022 більшості свердловин спостерігається зменшення концентрації, за винятком свердловин № 13, 15.

Вміст заліза найвищий спостерігався у 2023 році у свердловині № 65 і перевищував норму у 216 разів. Також високим був вміст заліза у свердловинах №11, 9, 61. Аналіз динаміки за рік показав, що значно вміст заліза підвищився у пробах свердловин №11, 10, 4, 16.

Більшість відібраних проб показали перевищення ГДК за вмістом заліза, за винятком Домбровського кар'єру, дренажної траншеї та свердловини №15.

Таблиця 4.9 – Вміст біогенних елементів у пробах води.

№з/п	Найменування показника	Масова концентрація амоній-іонів, мг/дм ³				Масова концентрація нітриту, мг/дм ³				Масова концентрація нітрат-іони, мг /дм ³				Масова концентрація ортофосфату, мг/дм ³			
		ГДК і ОБРВ	2,56	3,3	45	3,5											
Місце відбору проб		Результати випробувань															
		2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ
1	Хвостосховище №2	---		<u>9,5</u>		0,037		1,3		----		32		0,024		2	
2	Шламонакопичувач	---		<u>5,5</u>		0,017		1		---		<u>60</u>		0,018		0,43	
3	Дренажна траншея		<u>15</u>	0,11	<u>-14,89</u>		1,2	0,014	-1,186		25	0,61	-24,39		3,4	0,008	-3,392
4	р. Лімниця		0,49	0,21	-0,28		0,016	0,037	0,021		1,3	2,6	1,3		0,036	0,03	-0,006
5	Домбровський кар'єр	---	<u>11</u>	0,59	<u>-10,41</u>	<0,01	1,8	0,014	-1,786	---	29	6,7	-22,3	0,05	4	0,004	-3,996
6	№3	0,18	0,81			0,008	0,049			0,65	10			0,006	0,11		
7	№4	0,11	0,74	1,6	0,86	0,5	0,065	0,052	-0,013	5,02	11	1,8	-9,2	0,27	0,1	0,26	0,16
8	№5	1,1	0,63			0,037	0,042			0,82	14			0,059	0,21		
9	№6	0,26	0,6	0,86	0,26	0,2	0,021	0,039	0,018	0,65	7,7	0,9	-6,8	0,074	0,27	0,32	0,05
10	№7	0,18	0,43	0,48	0,05	0,026	0,018	0,044	0,026	<0,5	4,5	0,15	-4,35	0,16	0,36	0,2	-0,16
11	№8	<0,1	<u>11</u>	0,32	<u>-10,68</u>	0,08	<u>5,1</u>	0,013	<u>-5,087</u>	<0,5	28	0,32	-27,68	0,3	2,9	0,071	-2,829
12	№9	<u>12,1</u>	<u>5,8</u>	<u>9,3</u>	<u>3,5</u>	0,19	0,55	1,4	0,85	6	25	<u>69</u>	<u>44</u>	0,38	0,16	3,3	3,14
13	№10	1,1	<u>12</u>	0,97	<u>-11,03</u>	0,14	2,2	0,036	-2,164	2,1	34	0,51	-33,49	0,14	3,2	0,17	-3,03
14	№11	1,1	<u>23</u>	<u>22</u>	-1	0,12	<u>4,8</u>	1,1	<u>-3,7</u>	0,63	<u>50</u>	13	-37	0,27	2,3	1	-1,3
15	№12	<u>6,4</u>	0,72	0,65	-0,07	0,12	0,14	0,027	-0,113	0,32	4,5	0,69	-3,81	0,26	0,11	0,27	0,16
16	№13	0,54	<u>14</u>	<u>29</u>	<u>15</u>	0,065	<u>5,5</u>	0,049	<u>-5,451</u>	0,78	8,3	5,8	-2,5	0,11	1,4	0,85	-0,55
17	№15	0,34	0,42	1,2	0,78	0,027	0,031	0,006	-0,025	2,2	7,6	0,82	-6,78	0,12	0,043	0,028	-0,015
18	№16	2,1	<u>17</u>	2,1	<u>-14,9</u>	0,012	1,4	0,013	-1,387	2,2	<u>71</u>	1	<u>-70</u>	0,048	1,5	0,053	-1,447
19	№17	<u>8,5</u>	0,71	1,6	0,89	0,023	0,12	0,009	-0,111	0,66	12	0,3	-11,7	0,58	0,014	0,006	-0,008
20	№19	1,9	<u>20</u>			0,031	2,4			2,2	<u>89</u>			0,15	2,2		
21	№20	0,74		1,5		0,022		0,038		13		3,3		0,18		0,085	
22	№24		1,9	1,3	-0,6		0,057	0,023	-0,034		7,7	2,2	-5,5		0,2	0,016	-0,184
23	№ 61			3,1				0,047				0,62				0,14	
24	№ 65			<u>12</u>				1,3				18				2,1	
25	№ 74			0,13				0,077				2,8				0,003	
26	№ 75			0,47				0,051				0,85				0,004	
27	№124		<u>20</u>	0,52	<u>-19,48</u>		1,3	0,039	-1,261		68	0,55	-67,45		2,5	0,004	-2,496
28	№212		1,7	0,23	-1,47		0,025	0,027	0,002		13	0,67	-12,33		0,018	0,007	-0,011

Таблиця 4.10 – Вміст токсикологічних показників у пробах води.

№ з/п	Найменування показника	Масова концентрація марганцю, мг/дм ³				Масова концентрація заліза, мг/дм ³			
		0,01 – рибгоспод. водойми 0,1 - питн., госп-побут. (наказ МОЗ 721 від 02.05.22)				0,1 – рибгоспод. водойми 0,3 - питн., госп-побут. (наказ МОЗ 721 від 02.05.22)			
Місце відбору проб		Результати випробувань							
		2021	2022	2023	Δ	2021	2022	2023	Δ
1	Хвостосховище №2	---		<u>0,33</u>	---	----	---	<u>6,3</u>	---
2	Шламонакопичувач	---		<u>8</u>	---	---	---	<u>0,61</u>	---
3	Дренажна траншея	---	0,07	0,01	-0,06	---	0,011	0,069	0,058
4	р. Лімниця	---	0,016	0	-0,016	---	<u>0,16</u>	<u>0,23</u>	0,07
5	Домбровський кар'єр	---	<u>0,42</u>	0,037	-0,383	---	<u>0,33</u>	0,099	<u>-0,231</u>
6	№3	<0,005	<u>0,44</u>	---	---	0,01	0,07	---	---
7	№4	<0,005	0,055	0,013	-0,042	0,04	0,03	<u>0,94</u>	<u>0,91</u>
8	№5	<0,005	<u>2,5</u>	---	---	0,2	<u>0,12</u>	---	---
9	№6	<0,005	<u>0,81</u>	0,017	<u>-0,793</u>	0,031	<u>0,3</u>	<u>0,73</u>	<u>0,43</u>
10	№7	<0,005	0,022	0,007	-0,015	0,03	<u>0,37</u>	<u>0,45</u>	0,08
11	№8	<0,005	<u>1,6</u>	0	<u>-1,6</u>	0,43	0	<u>0,11</u>	<u>0,11</u>
12	№9	<0,005	<u>3,8</u>	0,013	<u>-3,787</u>	4,9	<u>9</u>	<u>1,4</u>	<u>-7,6</u>
13	№10	<0,005	<u>2,9</u>	0,01	<u>-2,89</u>	0,18	0	<u>0,67</u>	<u>0,67</u>
14	№11	<0,005	<u>1,9</u>	<u>0,33</u>	<u>-1,57</u>	0,27	<u>0,35</u>	<u>3,64</u>	<u>3,29</u>
15	№12	<0,005	<u>1,2</u>	0,09	<u>-1,11</u>	0,034	<u>0,13</u>	<u>0,11</u>	-0,02
16	№13	<0,005	<u>3,8</u>	<u>5,7</u>	<u>1,9</u>	0,079	0,035	<u>0,6</u>	<u>0,565</u>
17	№15	<0,005	0,02	<u>0,24</u>	<u>0,22</u>	0,067	0,16	0,065	-0,095
18	№16	<0,005	<u>6</u>	0,037	<u>-5,963</u>	0,019	<u>0,25</u>	<u>0,87</u>	<u>0,62</u>
19	№17	<0,005	<u>1,8</u>	0	<u>-1,8</u>	0,46	<u>2,6</u>	<u>0,36</u>	<u>-2,24</u>
20	№19	<0,005	<u>2,3</u>	---	---	0,058	<u>0,55</u>	---	---
21	№20	<0,005	---	0	0	0,043	---	<u>0,29</u>	---
22	№24	---	<u>1,8</u>	<u>0,98</u>	<u>-0,82</u>	---	<u>35</u>	<u>0,18</u>	<u>-34,82</u>
23	№ 61	---	---	<u>0,14</u>	---	---	---	<u>18</u>	---
24	№ 65	---	---	<u>20</u>	---	---	---	<u>65</u>	---
25	№ 74	---	---	<u>0,17</u>	---	---	---	<u>0,18</u>	---
26	№ 75	---	---	<u>0,13</u>	---	---	---	<u>0,31</u>	---
27	№124	---	<u>1,9</u>	<u>0,17</u>	<u>-1,73</u>	---	<u>1,1</u>	<u>0,48</u>	<u>-0,62</u>
28	№212	---	<u>0,95</u>	<u>0,35</u>	<u>-0,6</u>	---	<u>12</u>	<u>0,36</u>	<u>-11,64</u>

4.6 Побудова карт засолення території Калуського гірничопромислового району та оцінка динаміки засолення водоносного горизонту

Для візуалізації результатів аналізу стану свердловин на території Калуського гірничопромислового району створені карти, які відображають зміни мінералізації та концентрації окремих речовин (рис. 4.6 - 4.10). На цих картах відзначено результати досліджень 2022 року (позначено пунктом а) та 2023 року (позначено пунктом б). Проведемо аналіз ситуації з викидами за окремими показниками, виходячи з їх візуального просторового розподілу на досліджуваній території. Усі картосхеми об'єднує той факт, що основними джерелами підвищених значень показників забруднення є хвостосховища, відвали кар'єру №1 та 4 а також зони мульд просідання. Важливо відзначити, що для отримання більш достовірних результатів з визначення зон забруднення водоносного горизонту за різними показниками необхідно мати більш густу мережу спостережних свердловин та рівномірний її розподіл у просторі. Також важливо проводити відбір проб та хімічний аналіз з меншою періодичністю, наприклад, раз у квартал, для отримання надійних даних.

На рисунку 4.6 наведено результати аналізів на загальну мінералізацію (г/дм³). Як впливає із рисунка як у 2022 так і у 2023 р. підвищена мінералізація (більша 1 г/дм³) спостерігається у центральній та західній частині території досліджень. У 2022 році найбільші значення мінералізації (понад 18 г/дм³) спостерігались у свердловині №9, що розташована на південний-схід від хвостосховища. У 2023 році тут мінералізація значно підвищилась (у понад 3 рази) до майже 60 г/дм³. Спостерігається значне підвищення мінералізації у свердловинах № 11, 13, 124 (перераховані згідно розташування з півночі на південь), які розташовані у західній частині ділянки. У самому кар'єрі мінералізація знизилась на 5,2 г/дм³. За свердловиною №16, що розташована на південь від кар'єру, де спостерегалось у 2022 році підвищення мінералізації порівняно з 2021 роком зараз спостерігається значне зниження на 6,7 г/дм³. Підвищення мінералізації у свердловинах № 11, 13, 124

слід пов'язувати із впливом хвостосховища унаслідок вилуговування солей під дією атмосферних опадів.

Окремо варто відзначити великий ореол засолення, що розташований на південь від кареру. Він пов'язаний із свердловиною №65, що належить мережі спостережних свердловин ДП «Калійний завод», з якої цього року вперше відібрані проби. У сусідніх свердловинах таких великих значень мінералізації не зафіксовано. Оскільки у точці св. №65 спостерігається велике значення мінералізації, ізолінії мінералізації, які ми спостерігаємо на карті є «штучно» проінтерпольованими і відповідно межі ореолу засолення є не точними. Повторно відібрані проби у режимі моніторингу з свердловини № 65 та інших, які введені цього року до спостережної мережі дозволять достовірно стверджувати про рівень мінералізації водоносного горизонту.

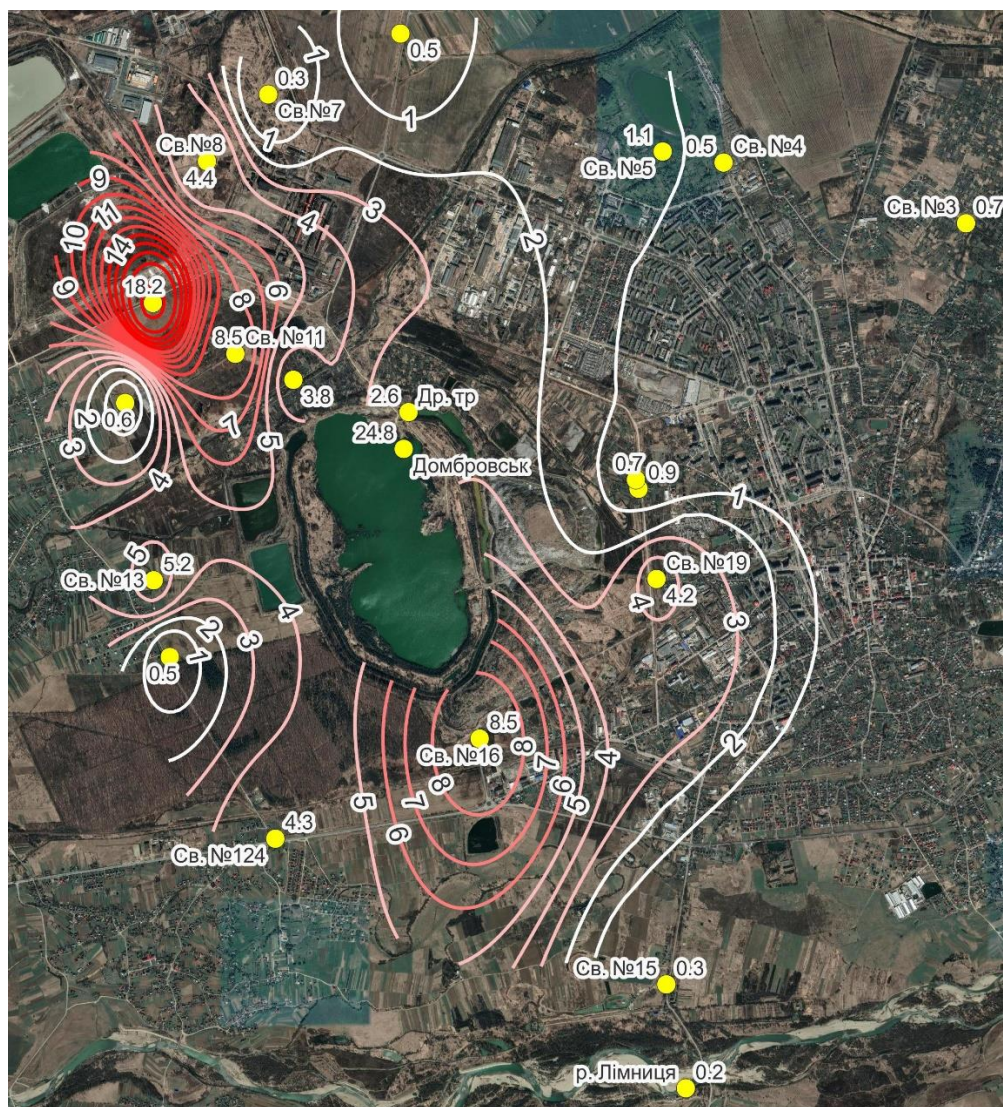
Також досліджено зміну концентрацій за солевим складом проб. На рисунку 4.7 наведено картосхеми зміни концентрації хлоридів по території. Результати є подібними з зміною зальної мінералізації. Значно підвищені значення спостерігаються у свердловинах №65, 9, 10, 11, 16, 13, 124. У східній, південно-східній та північно-східній частинах території досліджень не відмічено підвищених значень концентрацій за хлоридами - менше 350 мг/дм³ за винятком свердловини №5 у 2022 році, підвищений вміст хлоридів у якій можна пов'язати з формуванням мульди осідання.

Зміна масових концентрацій сульфатів наведена на картосхемах рис. 4.8. У 2022 році перевищення граничної концентрації 500 мг/дм³ спостерігається у свердловинах, розташованих на північний захід від Домбровського кар'єру (№8, 9, 10, 11 – зона впливу хвостосховищ) і на південний захід - №16, 19 - зона впливу солевідвалів. У 2023 році концентрації сульфатів для свердловин №8, 9, 10, 11- зона впливу хвостосховищ, для свердловини №16 (зона впливу солевідвалів) зменшилась. Варто відмітити значне значення концентрації у свердловині №65.

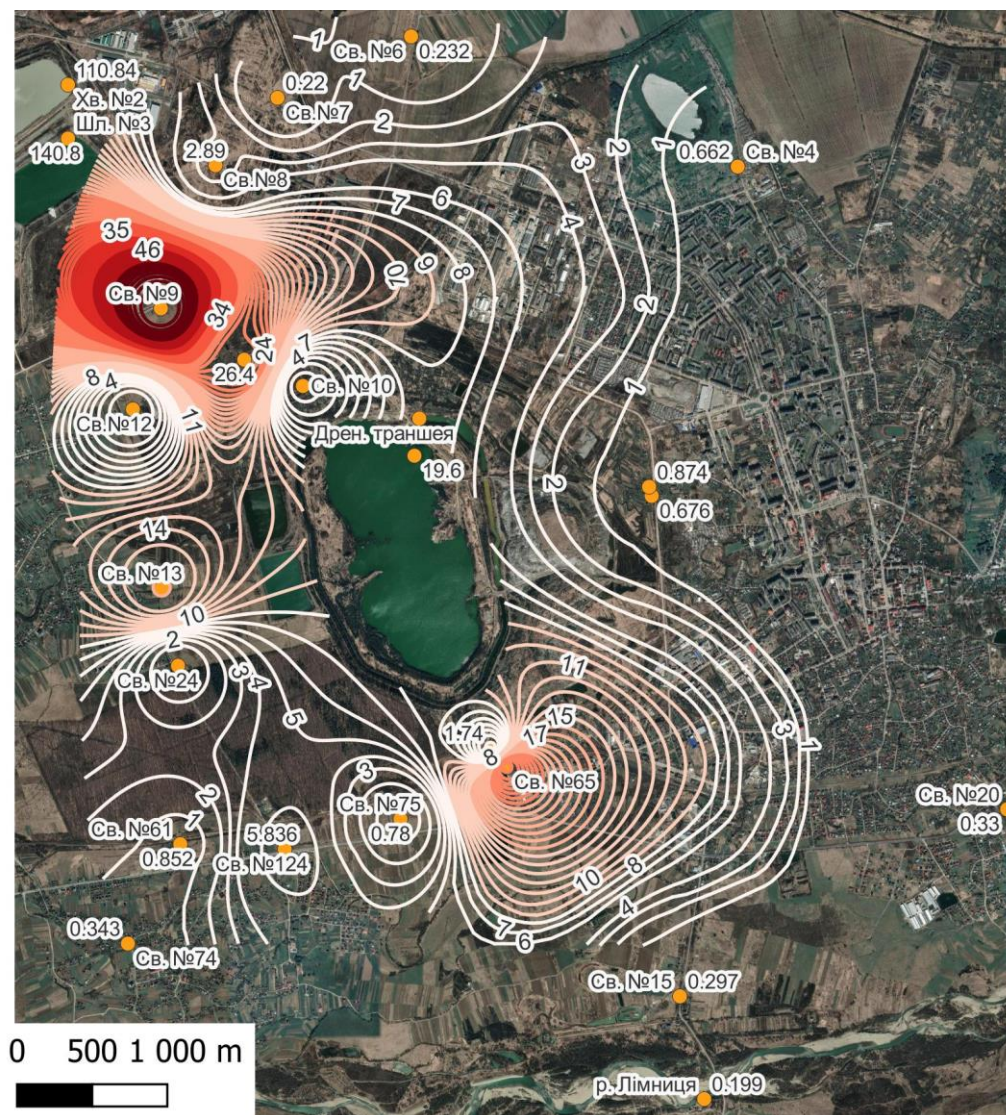
Динаміка концентрацій кальцію по території досліджень наведена на рисунку 4.6. Спостерігаються у 2022 та 2023 роках дві характерні аномальні зони підвищених концентрацій кальцію у водоносному горизонті – на

півгічний захід від Домбровського кар'єру та на південний схід. У пробі, відібраній із Домбровського кар'єру – є зменшення концентрації кальцію на понад 1200 мг/дм³.

На рисунку 4.10 наведено розподіл концентрацій магнію за результатами аналізів, проведених у 2022 та 2023 роках. У 2022 році спостерігається збільшення концентрацій з перевищенням ГДК у свердловинах № 9, 10, 11 - зона впливу хвостосховища, №13 - зона впливу хвостосховища та акумулюючих ємностей, №16, 19 – зона впливу солевідвалу. Концентрація магнію у пробах кар'єру у 2022 році зменшилась з 1477 до 379 мг/дм³ порівняно з 2021, а у 2023 збільшилась до 679 мг/дм³ порівняно з 2022 роком. У 2023 році спостерігається однозначне збільшення ореолу підвищених концентрацій кальцію у північно-східній частині ділянки (район свердловини №9) та ймовірно «штучне» розширення ореолу на південь від кар'єру, оскільки у свердловині №16, де була відмічена аномалія у 2022 році, відбулось зменшення концентрації, але за рахунок свердловини № 65, де проведено один вимір у 2023 році маємо значно підвищені значення концентрації магнію,

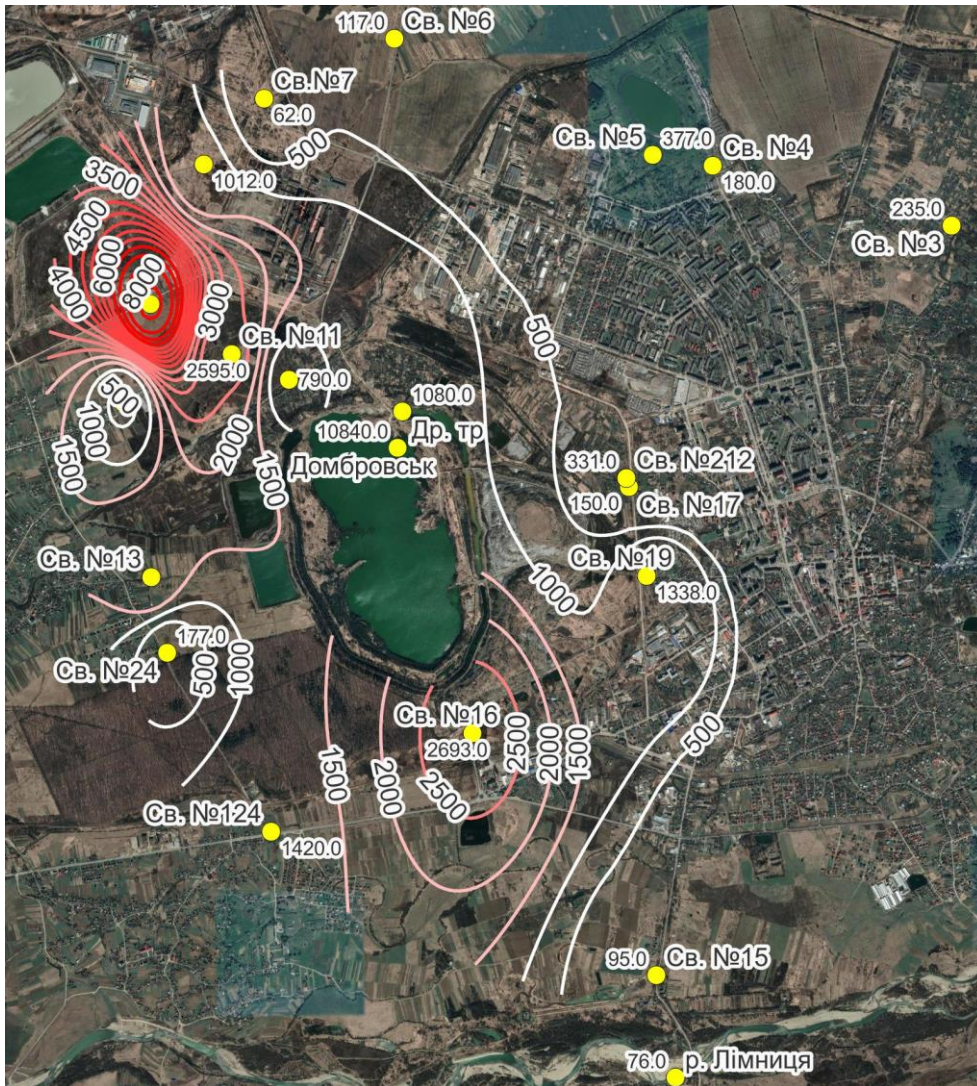


а) 2022 рік

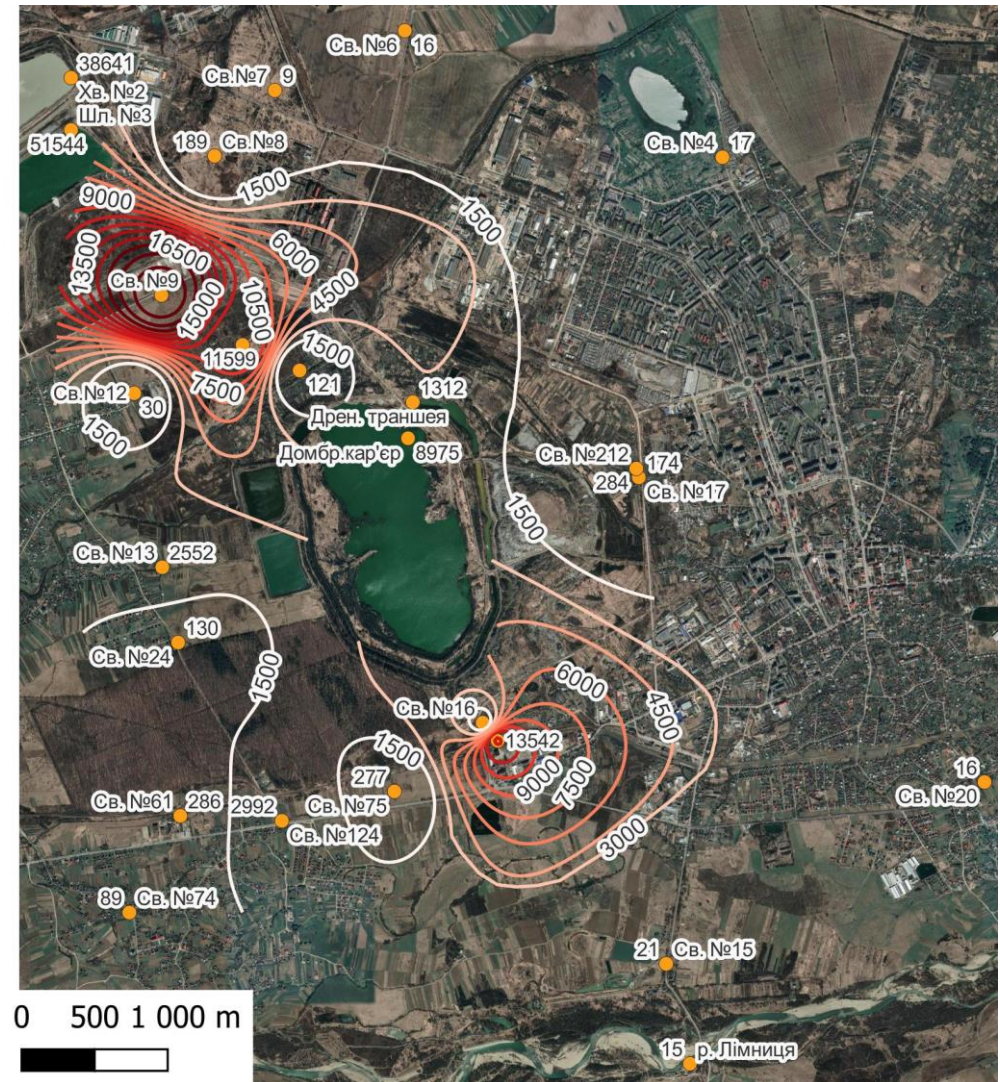


б) 2023 рік

Рисунок 4.6 – Картосхеми мінералізації (г/дм³) водоносного горизонту за 2022 та 2023 роки

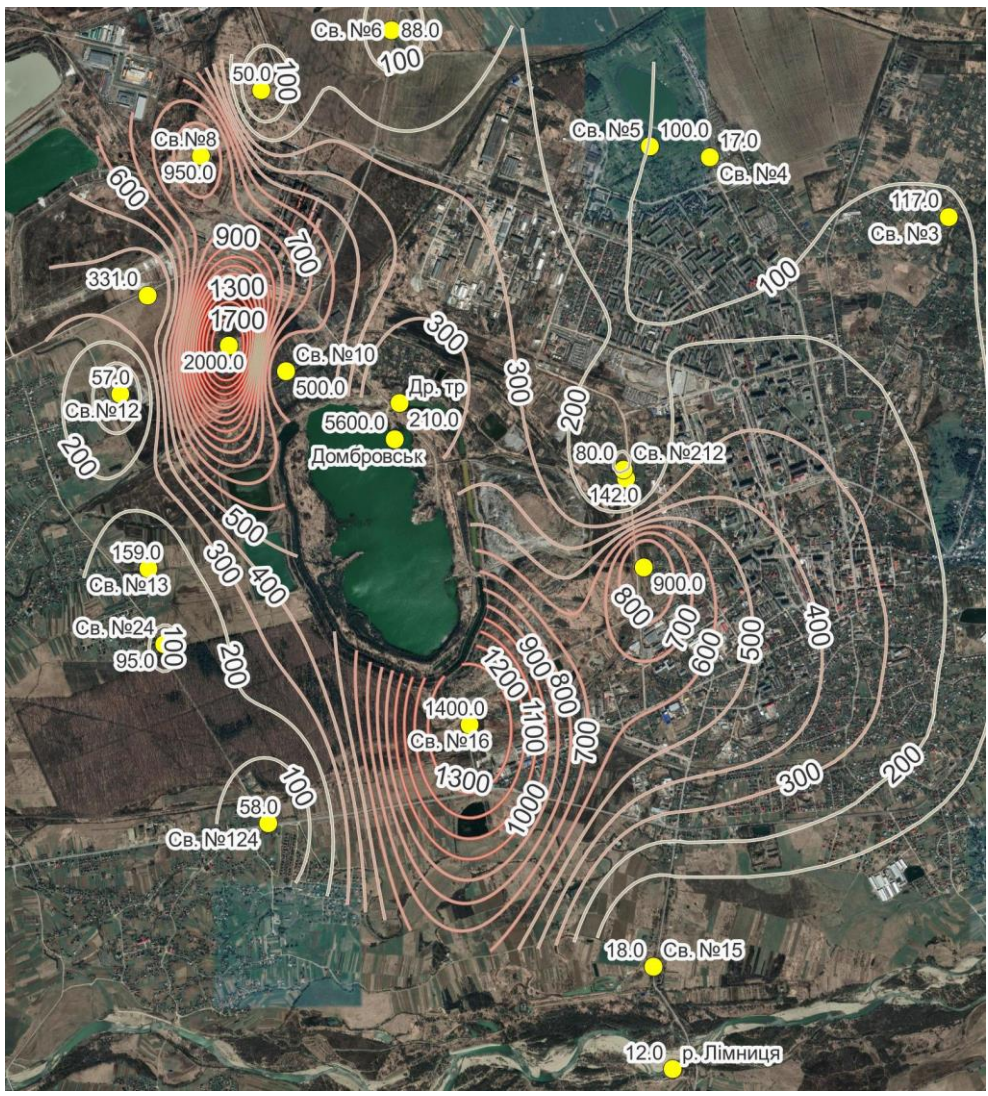


а) 2022 рік

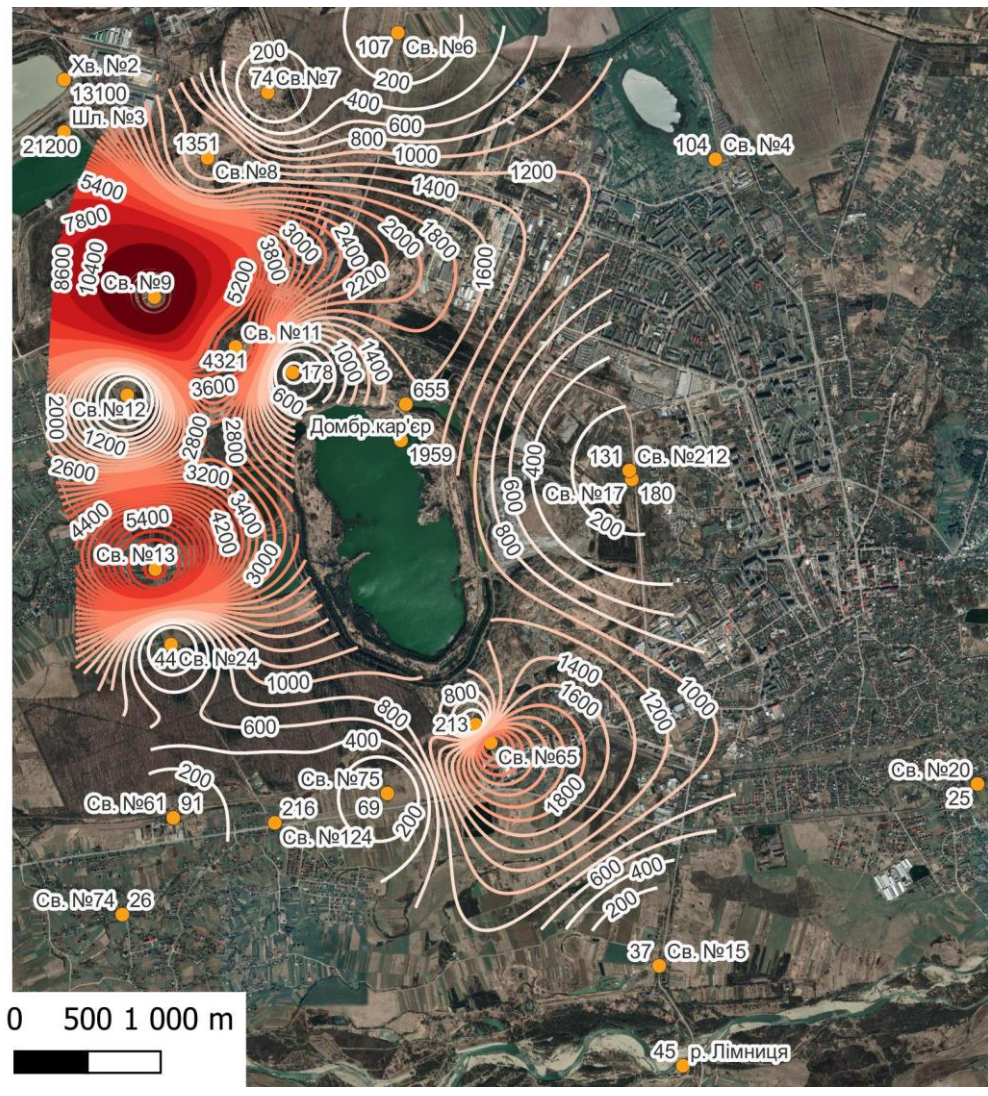


б) 2023 рік

Рисунок 4.7 – Картосхеми зміни концентрацій хлоридів (мг/дм^3) у водоносному горизонті за 2022 та 2023 роки

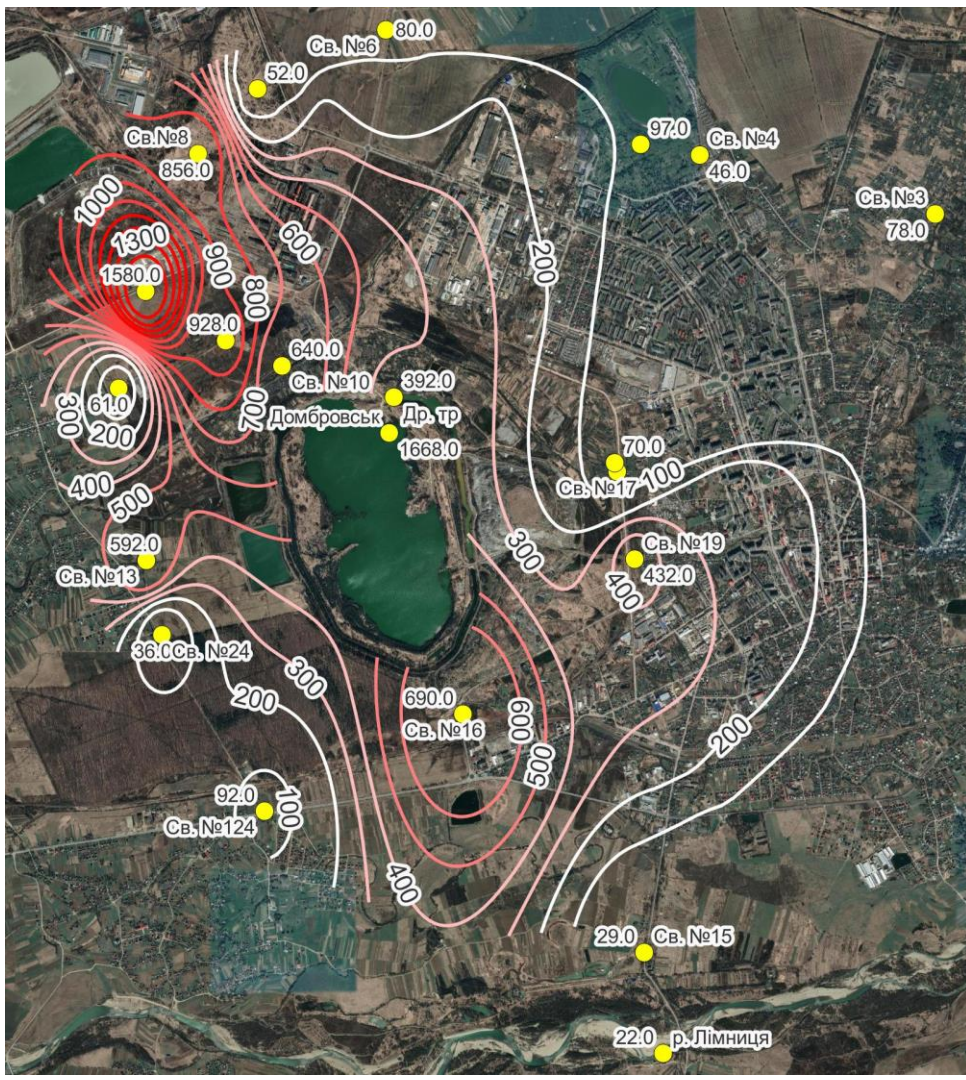


а) 2022 рік

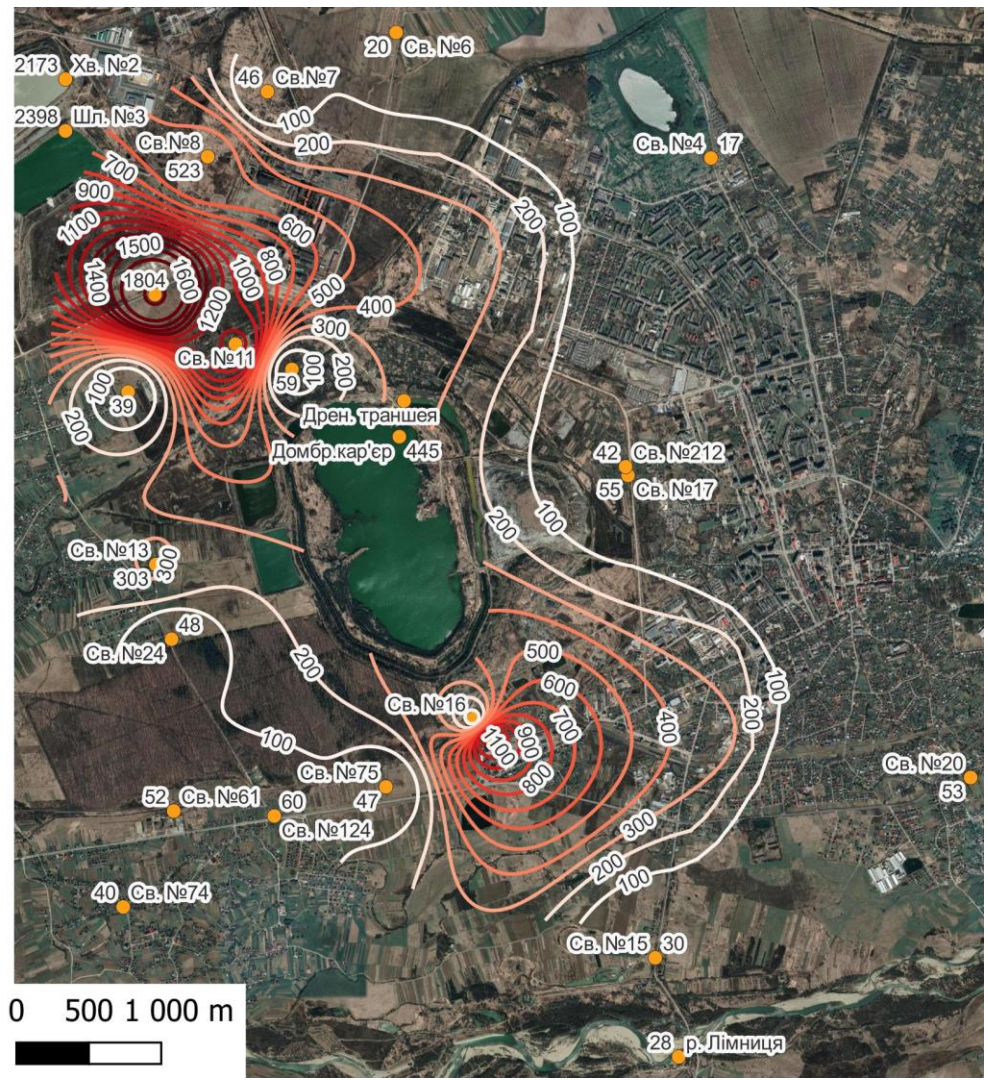


б) 2023 рік

Рисунок 4.8 – Картосхеми зміни концентрацій сульфатів (мг/дм^3) у водоносному горизонті за 2022та 2023 роки

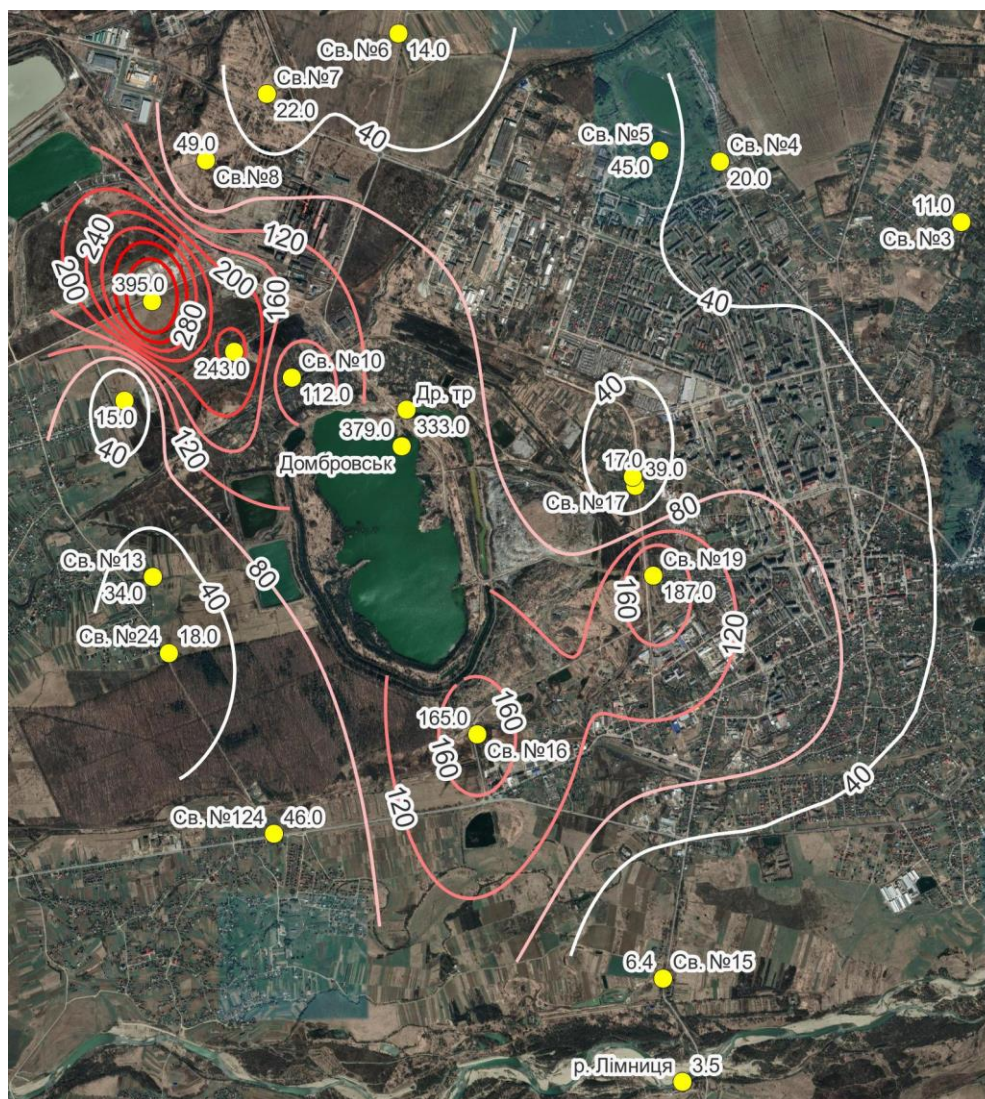


а) 2022 рік

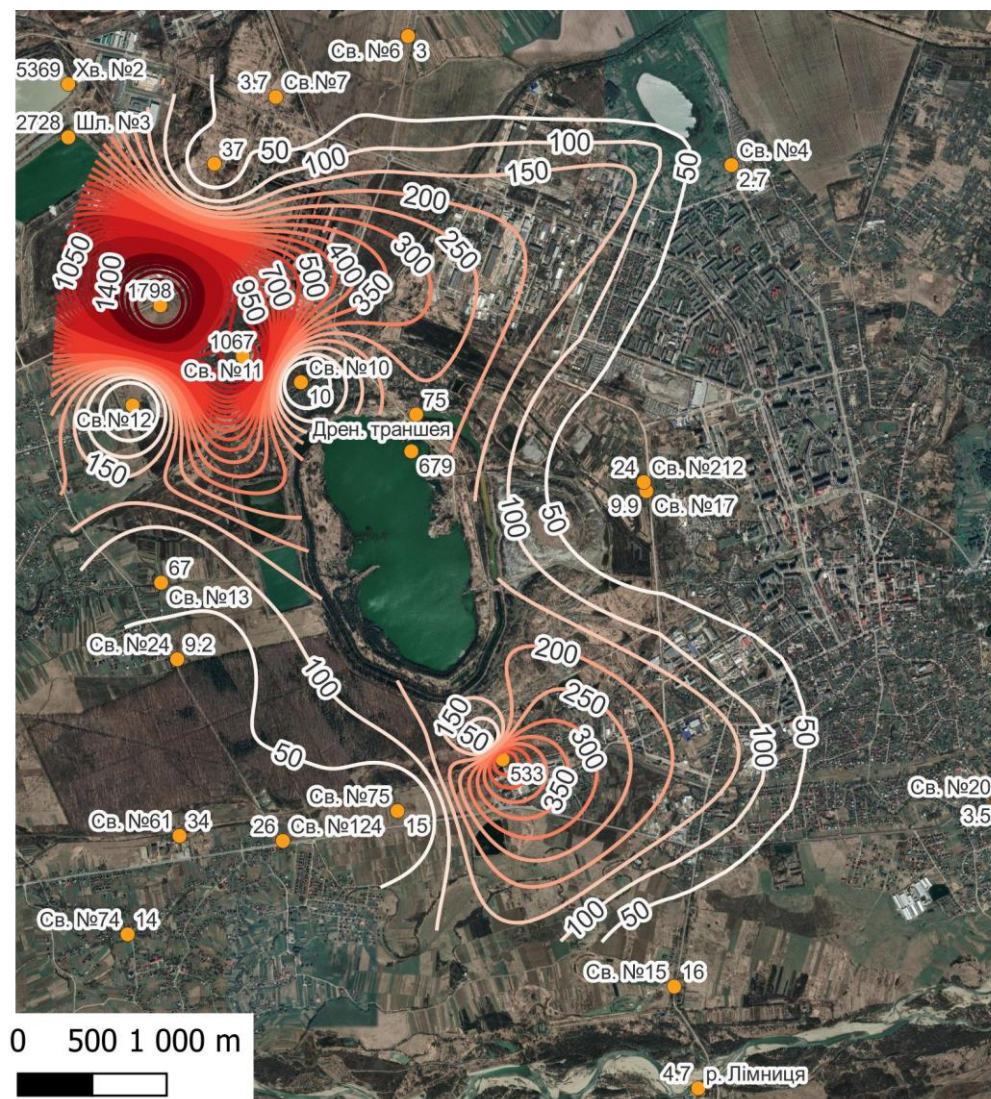


б) 2023 рік

Рисунок 4.9 – Картосхеми зміни концентрацій кальцію (мг/дм³) у водоносному горизонті за 2022 та 2023 роки



а) 2022 рік



б) 2023 рік

Рисунок 4.10 – Картографи зміни концентрацій магнію (мг/дм³) у водоносному горизонті за 2022 та 2023 роки

Динаміка зміни загального засолення по окремим свердловинам демонструється в табл. 4.11, для порід з чисельним значенням мінералізації наводяться діаграми зміни їх по рокам.

Таблиця 4.11 Межі змін мінералізації по роках.

№ св.	Мінералізація					Графік зміни мінералізації по роках												
	2019	2020	2021	2022	2023													
1	2	3	4			5												
Св.1	1,17	9,7	-	-		Свердловина ліквідована												
Св.2	100	-	-	-		Свердловина ліквідована												
Св.3	0,6	0,76	0,7	0,747	-	<table border="1"> <caption>Дані для графіка Св.3</caption> <thead> <tr> <th>Рік</th> <th>Мінералізація</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,747</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Рік	Мінералізація	2019	0,6	2020	0,76	2021	0,7	2022	0,747	2023	-
Рік	Мінералізація																	
2019	0,6																	
2020	0,76																	
2021	0,7																	
2022	0,747																	
2023	-																	
Св.4	1,06	1,16	0,33	0,497	0,662	<table border="1"> <caption>Дані для графіка Св.4</caption> <thead> <tr> <th>Рік</th> <th>Мінералізація</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>1,06</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>1,16</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,497</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,662</td> </tr> </tbody> </table>	Рік	Мінералізація	2019	1,06	2020	1,16	2021	0,33	2022	0,497	2023	0,662
Рік	Мінералізація																	
2019	1,06																	
2020	1,16																	
2021	0,33																	
2022	0,497																	
2023	0,662																	

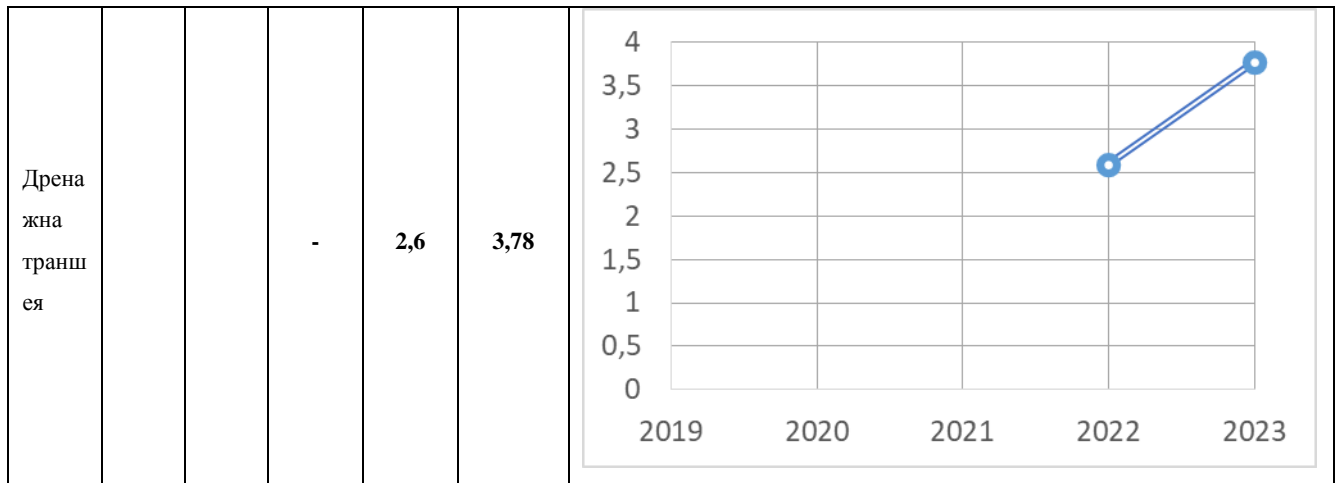
Св.5	0,5	0,6	1,34	1,072	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>1,34</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>1,072</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0,5	2020	0,6	2021	1,34	2022	1,072	2023	-
Year	Value																	
2019	0,5																	
2020	0,6																	
2021	1,34																	
2022	1,072																	
2023	-																	
Св.6	1,9	10	1,19	0,504	0,232	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>1,19</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,504</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,232</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	1,9	2020	10	2021	1,19	2022	0,504	2023	0,232
Year	Value																	
2019	1,9																	
2020	10																	
2021	1,19																	
2022	0,504																	
2023	0,232																	
Св.7	0,4	9,4	0,42	0,345	0,22	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>9,4</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,42</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,345</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,22</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0,4	2020	9,4	2021	0,42	2022	0,345	2023	0,22
Year	Value																	
2019	0,4																	
2020	9,4																	
2021	0,42																	
2022	0,345																	
2023	0,22																	
Св.8	44,39	20,2	3,8	4,421	2,89	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>44,39</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>20,2</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>3,8</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>4,421</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>2,89</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	44,39	2020	20,2	2021	3,8	2022	4,421	2023	2,89
Year	Value																	
2019	44,39																	
2020	20,2																	
2021	3,8																	
2022	4,421																	
2023	2,89																	

Св.9	50,2	30,36	23,7	18,164	59,9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>59</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	50	2020	30	2021	23	2022	18	2023	59
Year	Value																	
2019	50																	
2020	30																	
2021	23																	
2022	18																	
2023	59																	
Св.10	5,26	4,97	1,22	3,764	0,692	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>5,26</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>4,97</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>1,22</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>3,764</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,692</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	5,26	2020	4,97	2021	1,22	2022	3,764	2023	0,692
Year	Value																	
2019	5,26																	
2020	4,97																	
2021	1,22																	
2022	3,764																	
2023	0,692																	
Св.11	26,01	19,08	1,68	8,474	26,4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>26,01</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>19,08</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>1,68</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>8,474</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>26,4</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	26,01	2020	19,08	2021	1,68	2022	8,474	2023	26,4
Year	Value																	
2019	26,01																	
2020	19,08																	
2021	1,68																	
2022	8,474																	
2023	26,4																	
Св.12	0,5	0,4	0,6	0,649	0,359	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,649</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,359</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0,5	2020	0,4	2021	0,6	2022	0,649	2023	0,359
Year	Value																	
2019	0,5																	
2020	0,4																	
2021	0,6																	
2022	0,649																	
2023	0,359																	

Св.13	1,2	44,12	2,9	5,199	16,023	
Св.14	1	2,61	-	-	-	Свердловина ліквідована
Св.15	0,36	0,6	0,2	0,264	0,297	
Св.16	59,4	1,27	3,8	8,465	1,74	
Св.17	1,08	1,51	0,99	0,886	0,676	

Св.18	8,5	8,9	-	-	-	Свердловина ліквідована												
Св.19	1,68	7,9	2,62	4,183	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>1,68</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>7,9</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>2,62</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>4,183</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	1,68	2020	7,9	2021	2,62	2022	4,183	2023	-
Year	Value																	
2019	1,68																	
2020	7,9																	
2021	2,62																	
2022	4,183																	
2023	-																	
Св.20	0,6	0,4	0,4	-	0,33	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,33</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0,6	2020	0,4	2021	0,4	2022	-	2023	0,33
Year	Value																	
2019	0,6																	
2020	0,4																	
2021	0,4																	
2022	-																	
2023	0,33																	
Св. №24			-	0,49	0,381	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>0,49</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>0,381</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	-	2020	-	2021	-	2022	0,49	2023	0,381
Year	Value																	
2019	-																	
2020	-																	
2021	-																	
2022	0,49																	
2023	0,381																	
Св. №124			-	4,34	5,836	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>4,34</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>5,836</td> </tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	-	2020	-	2021	-	2022	4,34	2023	5,836
Year	Value																	
2019	-																	
2020	-																	
2021	-																	
2022	4,34																	
2023	5,836																	

Св. №212			-	0,7	0,874	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2019</td><td>0</td></tr> <tr><td>2020</td><td>0</td></tr> <tr><td>2021</td><td>0</td></tr> <tr><td>2022</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>2023</td><td>0,874</td></tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0	2020	0	2021	0	2022	0,7	2023	0,874
Year	Value																	
2019	0																	
2020	0																	
2021	0																	
2022	0,7																	
2023	0,874																	
Хв. №2			83,91	-	110,84	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2019</td><td>0</td></tr> <tr><td>2020</td><td>0</td></tr> <tr><td>2021</td><td>83,91</td></tr> <tr><td>2022</td><td>0</td></tr> <tr><td>2023</td><td>110,84</td></tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0	2020	0	2021	83,91	2022	0	2023	110,84
Year	Value																	
2019	0																	
2020	0																	
2021	83,91																	
2022	0																	
2023	110,84																	
Шл. №3			80,35	-	140,8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2019</td><td>0</td></tr> <tr><td>2020</td><td>0</td></tr> <tr><td>2021</td><td>80,35</td></tr> <tr><td>2022</td><td>0</td></tr> <tr><td>2023</td><td>140,8</td></tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0	2020	0	2021	80,35	2022	0	2023	140,8
Year	Value																	
2019	0																	
2020	0																	
2021	80,35																	
2022	0																	
2023	140,8																	
Домб ровсь кий кар'єр			20,32	24,8	19,6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2019</td><td>0</td></tr> <tr><td>2020</td><td>0</td></tr> <tr><td>2021</td><td>20,32</td></tr> <tr><td>2022</td><td>24,8</td></tr> <tr><td>2023</td><td>19,6</td></tr> </tbody> </table>	Year	Value	2019	0	2020	0	2021	20,32	2022	24,8	2023	19,6
Year	Value																	
2019	0																	
2020	0																	
2021	20,32																	
2022	24,8																	
2023	19,6																	

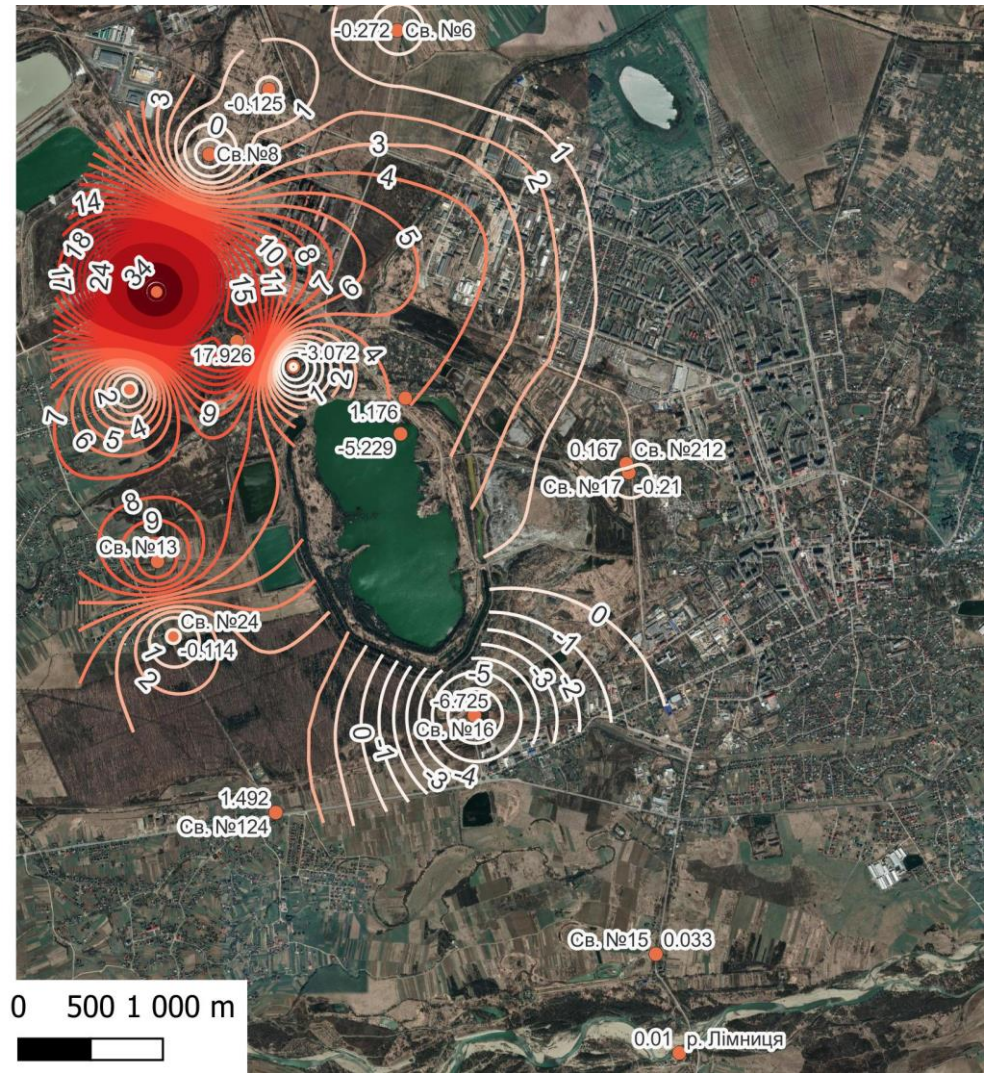


У площинному вигляді динаміки засолення у періодах 2021-2022 років та 2022-2023 років демонструється картами різниць мінералізації (рис 4.11 а, б). У 2021-2022 роках найбільші прирости у мінералізації спостерігаємо у свердловинах №11, 10 – зона впливу хвостосховища, №13 – зона впливу хвостосховища та акумулюючих ємностей, №16, 19 – зона впливу солевідвалів. Значне зниження мінералізації понад -5 г/дм^3 відбулось у свердловині №9. У Домбровському кар'єрі у 2021-2022 роках спостерігався приріст мінералізації $4,509 \text{ г/дм}^3$, проте у 2022-2023 роках спостерігалось зменшення на $5,229 \text{ г/дм}^3$. У 2022-23 роках спостерігаємо значне збільшення засолення у районі свердловини №9 на понад 40 г/дм^3 , дещо менше у свердловині №13 та свердловині №124. Динаміка на зменшення спостерігається на південь від кар'єру у свердловині №16

Аналіз таблиці 4.11 та карти рис. 4.11 дає підставу стверджувати, що за останній рік спостережень мінералізація змінилась по групі свердловин, які перебувають у зоні безпосереднього впливу техногенно- небезпечних об'єктів. Тенденція на підвищення засолення зберігаються у свердловинах №4, 9, 11, 13, 15, 124, 212, Хвостосковищі №2, шламонакопичувачі №3, дренажній траншеї. Тренд на пониження засолення сопострагається у свердловинах № 6, 7, 8, 12, 17, 20, 24.



а) 2021-2022 роки



б) 2022-2023 роки

Рисунок 4.11 – Динаміка засолення водоносного горизонту

ВИСНОВКИ ДО ЗВІТУ

На підставі виконаних комплексних топогеодезичних, геофізичних та гідрогеохімічних досліджень складено остаточний звіт.

Виконана серія геометричного нівелювання II класу між реперами профільних ліній рудників «Голинь», «Ново-Голинь» та «Калуш». Урівнювання висотної мережі виконано параметричним методом, у результаті якого встановлено висоти вузлових та опорних реперів профільних ліній.

За результатами геодезичних спостережень у серії VI.2023 р., виконаних по профільних лініях у межах шахтного поля «Ново-Голинь», реперах шахтного поля «Хотінь» та по лінії реперів вздовж вул. Європейська (м. Калуш), слід відмітити, що, як і за результатами спостережень у серіях VIII.2021 р. та VII.2022 р., продовжується процес інтенсивного осідання земної поверхні у північній частині с. Кропивник, особливо в районі новоутвореного озера. Наявність житлових будинків поблизу обумовлює необхідність постійного геодезичного моніторингу по наближених реперах профільних ліній.

Результати геодезичного моніторингу реперів по вул. Європейська в м. Калуш свідчать про незначне осідання (в межах 5 мм) земної поверхні в районі кладовища, що поки не становить суттєвої загрози.

На шахтному полі «Хотінь» зафіксовані швидкості осідання земної поверхні не перевищують 15 мм/рік у центрі мульди зсуву. Тож можна зробити висновок про стабілізацію процесу осідання в межах шахтного поля.

Побудована за результатами визначених у 2023 р. осідань реперів профільних ліній мульда території рудників «Голинь» та «Ново-Голинь» є графічною інтерпретацією процесів осідань земної поверхні на території с. Кропивник та с. Сівка-Калуська.

За допомогою програмного комплексу DIGITALS та AutoCad створено електронну ортофотокарту території шахтного поля рудника с.

Кропивник, с. Сівка-Калуська, вул. Європейська м. Калуш, мікрорайону Хотінь).

В селі Кропивник встановлено три зони осідань.

Перша зона осідання «Озеро» має максимальну середньорічну швидкість осідання за період VII.2022 - VI.2023 рр. 444,4 мм/рік. Максимальне осідання зафіксоване на репері №123 і становить 2,49 м. Тому можна вважати дану зону осідання прогресуючою.

Друга зона осідання має найбільше просідання на репері №16 і становить 648 мм. Максимальна середньорічна швидкість осідання за період VII.2022 - VI.2023 рр. становить 40 мм/рік. Збільшення швидкості осідання земної поверхні даної зони у період 2021-2023 рр. є свідчення процесу інтенсифікації осідання земної поверхні на цій ділянці.

Третя зона осідання має найбільше просідання на репері №105 і становить -1,202 м. Максимальна середньорічна швидкість осідання за період VII.2022 - VI.2023 рр. становить 5 мм/рік. Тому можна вважати дану зону осідання затухаючою.

Прогнозні значення осідань ґрунтових реперів станом на VII.2024 р., а також побудована за ними прогнозна мульда осідань дозволяють зробити висновки про розвиток процесів осідання на території с. Крописник у наступному році.

Зазначимо, що зафіксовані величини осідань на території с. Сівка-Калуська знаходяться в межах 300 мм при тому, що швидкості осідання не перевищує 5 мм/рік.

Існуюча на сьогодні тенденція розвитку мульди в с. Кропивник свідчить про першочергову загрозу в перспективі 10-15 наступних років для господарських будинків, розташованих на південний схід від новоутвореного озера, які потрапляють в межі прогнозованої мульди. Зважаючи на прогресування процесу осідання мульди на півночі с. Кропивнику в майбутньому існує певна загроза і для будівель, розташованих у межах цієї мульди.

Геофізичні дослідження на різних частотних діапазонах по вул. Європейська (Центральне каїнітове поле) та вул. Глібова (Північно каїнітове поле) м. Калуш дозволяють стверджувати наступне.

На Центральному каїнітовому шахтному полі м. Калуш, вул. Європейська, слід звернути увагу на зону в межах *Pn 3 – Pn 14 (район старого кладовища)*, яка знаходиться в напружено-деформованому стані та може нести в майбутньому небезпеку.

За результатами профільних спостережень вул. Глібова (Північно каїнітове поле) м. Калуш в межах пікетів *Pn 20 – Pn 30* неподалік новоутвореного провалу спостерігається напружено-деформований стан гірничого масиву, який узгоджується із площинними дослідженнями.

Результати досліджень методом ПЕМПЗ (ділянка в районі провалу), дають підставу стверджувати, що в майбутньому слід очікувати нових провалів в північно-східній частині території, включаючи дорогу територіального значення Т14 - 19. Час цього провалу спрогнозувати неможливо, враховуючи, що роботи на цій території виконуються вперше. Тому експлуатацію дороги слід продовжувати .

Режимні спостереження житлових будинків в с. Кропивник вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202 за встановленими реперами для прогнозування процесів просідання та можливого відселення мешканців цих будинків свідчать про наявність тріщин розміром до 1 – 2 мм в усіх будинках та осідання житлових будинків, проте критичних пошкоджень немає.

Аналіз гідрогеохімічних досліджень свідчить про наступне. Лабораторні гідрогеохімічні аналізи виконані по мережі спостережних свердловин (20 свердловин), Домбровського кар'єру, шламонакопичувача №3, хвостосховища №2, дренажної траншеї та р. Лімниця. У пробах визначено хімічні та фізико-хімічні показники, зокрема вміст солей та хлоридів. Результати аналізу солевого складу проб води, вміст біогенних елементів у пробах води та вміст токсикологічних показників наведено у

відповідних таблицях. У свердловинах, прилягаючих до хвостосховища та солевідвалів у Домбровському кар'єрі та дренажній траншеї, максимальні значення вмісту солей в десятки разів перевищують ГДК. За результатами моделювання отримано карти засолення на території Калуського гірничопромислового району та проведено оцінку динаміки засолення водоносного горизонту та забруднення важкими металами. Встановлено що джерелами засолення та забруднення станом на 2023 рік є хвостосховища та солевідвали. Територія до лівого борту р. Лімниця та відповідно до водозабору на даний час є чистою. Домбровський кар'єр на даний час не є джерелом забруднення, тому що рівень розсолів (абсолютна відмітка) не перевищує рівень підземних вод в оточуючих водоносних горизонтах.

ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

З метою попередження надзвичайних ситуацій рекомендується продовжити топогеодезичні спостереження за швидкістю осідання земної поверхні в районі вул. Європейська м. Калуш (Центрально каїнітове поле), с. Кропивник та с. Сівка-Калуська (рудник «Ново-Голинь »).

Слід провести площинні геофізичні дослідження методом ПЕМПЗ з метою картування карстових провалів на Північно каїнітовому полі. Виконання таких досліджень дасть можливість встановити зони майбутніх провалів та прийняти правильні управлінські рішення. За результатами геофізичних досліджень по вул. Глібова – вул. Пархоменка (дорога територіального значення Т14 - 19) встановити репери, які дадуть можливість спостерігати за осіданням в часі.

Доцільно продовжити режимні спостереження житлових будинків в с. Кропивник вул. І.Франка, 84, 117, 144, 196, 202

Слід розширити гідрогеологічну мережу із залученням старих свердловин ДП «Калійний завод» Продовжити гідрологічні та гідрохімічні спостереження території Калуського гірничопромислового району та Домбровського кар'єру з метою оцінки впливу джерел забруднення та попередження у разі виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру.

Надані пропозиції та рекомендації передані у вигляді записки «Про результати проведених моніторингових робіт на території Калуш-Голинського гірничого промислового району та пропозиції щодо їх продовження» та листа від 04 серпня 2023 року №30-114-35 в Управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської ОДА.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Инструкции по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и за подрабатываемыми зданиями и сооружениями на калийных месторождениях», Ленинград, 1984 р.
- 2 Бурак К. О. Дослідження можливостей автоматизації урівнювання спеціальних нівелірних мереж при допомозі сучасного програмного забезпечення / Костянтин Бурак // Журнал «Інженерна геодезія». Київ - 2002. - Вип.42. - с.16-23.
- 3 Корінь С.С. Проведення комплексних геологічних досліджень, спрямованих на ви-значення (прогнозування) змін природного стану геологічного середовища в місцях розробки калійних родовищ з метою запобігання їх негативного впливу на життєдіяльність людей та стан господарських і промислових об'єктів / [Корінь С.С., Садовий Ю.В., Лукаш І. О. та ін.]. Кн. 1. – Калуш: 2005. – 221 с
- 4 Пискунов М. Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений. – М.: Недра, 1980 р.
- 5 Баран П. І. Інженерна геодезія/ П. І. Баран. – Київ, ПАТ «ВПОЛ», 2012. – 617 с.
- 6 Левчук Г. П. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ / Григорій Левчук // Книга: «Прикладная геодезія» - Недра,1981. – 438 с.
- 7 Бородавкин П.П., Таран В. Д., Трубопроводы в сложных условиях.- М.: Недра, 1968.
- 8 Рудько Г.І., Петришин В.Ю. Соляні ресурси Передкарпаття та перспективи їх використання / За ред. Г.І. Рудька. – Київ–Чернівці: Букрек, 2017. – 472 с.
- 9 Гайдін А.М., Рудько Г.І. Техногенний карст Київ—Чернівці : Букрек, 2016. - 200 с.
- 10 Бурак К. Е. К выбору методики геодезических наблюдений за напряжно-деформированным состоянием трубопроводов на оползневых участках.

- 11 Бородавкин П. П., Березин В. А. Сооружение магистральных трубопроводов. – М.: Недра. – 1977р. – 310 с.
- 12 Бурак К. Е. Геодезические наблюдения за оповзнями на трасе газопровода «Братство» // Геодезия и картография. – 1981, №7. – с. 27-31
- 13 Бурак К. О. Про можливість виділення критичних напружено-деформованих зон ЗОРВ АЕС за результатами геодезичних вимірів // Вісник геодезії і картографії. – 1999, №1. – с. 10-13
- 14 Бурак К. Е. Исследование методики геодезических наблюдений за напряженно-деформированным состоянием трубопроводов на оползневых участках. – Москва, 1982. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.
- 15 Корневский С.М., Донченко К.Б. Геология и условия формирования калийных месторождений Советского Предкарпатья // Труды ВСЕГЕИ. Геология месторождений калийных солей. – Т. 99. – 1963. – 152 с.
- 16 Е.Д. Кузьменко, С.М. Багрій. Про доцільність дослідження карсту на родовищах калійної та кам'яної солі електричними методами // Геодинаміка. – 2011. – №2(14). – С. 134–137.
- 17 Correlation of natural pulsed electromagnetic field of the Earth with stresses and deformations, which appeared in exhausted salt fields in the Precarpathians for karst creation forecasting / S. Bagriy, E. Kuzmenko, U. Dzoba // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2020. – Вип. 2. – С. 79-88. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_geol_2020_2_13
- 18 Комплексування методів електророзвідки у задачах прогнозування техногенних просідань і провалів на родовищах солі Передкарпаття./ Е. Д. Кузьменко, В. Ю. Максимчук, С. М. Багрій, О. Я. Сапужак, І. В. Чепурний, С. А. Дециця, У. О. Дзьоба// Геодинаміка.-2019.-№2(27).- С.56-67. DOI: <https://doi.org/10.23939/jgd2019.02.054>.
- 19 Звіт. Запровадження екологічного моніторингу стану довкілля, контролю засоленості поверхневих і підземних вод, зон просідань та

гірничих розробок на території гірничо-хімічних підприємств міста Калуш та сіл Сівка-Калуська і Кропивник, ІФНТУНГ, 2021р

20 Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах / А.А. Воробьев. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1980. – 211 с.

21 Саломатин В.Н. Закономерности геологических процессов и явлений, их связь с импульсной электромагнитной эмиссией.: дис. д-ра геол.-минерал. наук : 04.00.07. - Симферополь. - 1988. – 412 с.

22 Саломатин В.Н. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) / В. Н. Саломатин, Ш. Р. Матов, Л. А. Защинский // Симферополь : КИПКС, КОСНИО, 1991. — 88 с.

23 Наукові та методичні основи охорони геологічного середовища в районах розробки калійних родовищ: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 11.00.11 / Семчук Я.М. – Калуш. 1994. – 304.