

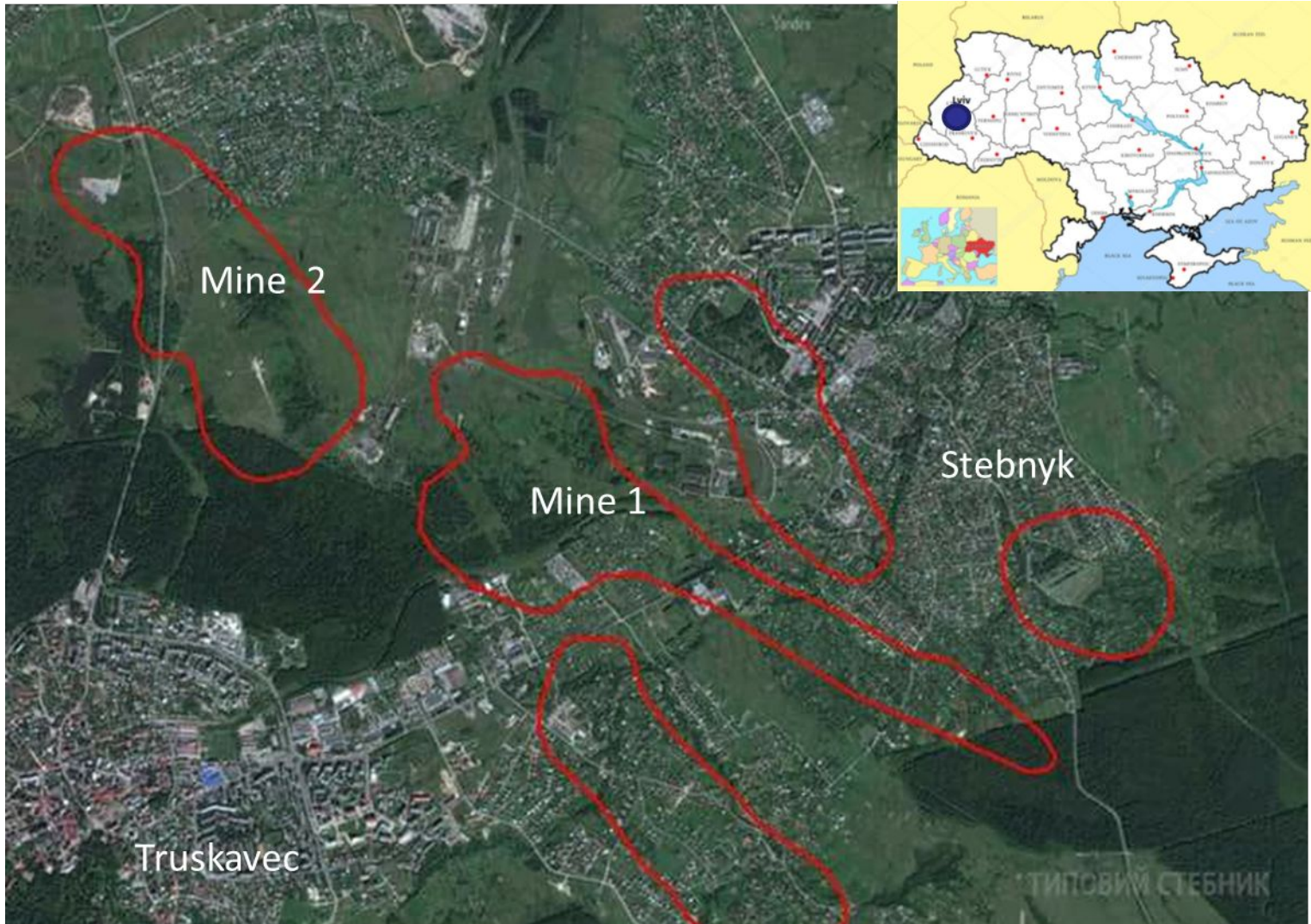
**Результати моніторингу імовірних підземних
обвалів на території рудника №2
родовища калійних солей підприємства
“Полімінерал”**

**Корнилій
Третьак**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**







GEOLOGICAL CROSS-SECTION OF THE MINE No.2 (1927 p)

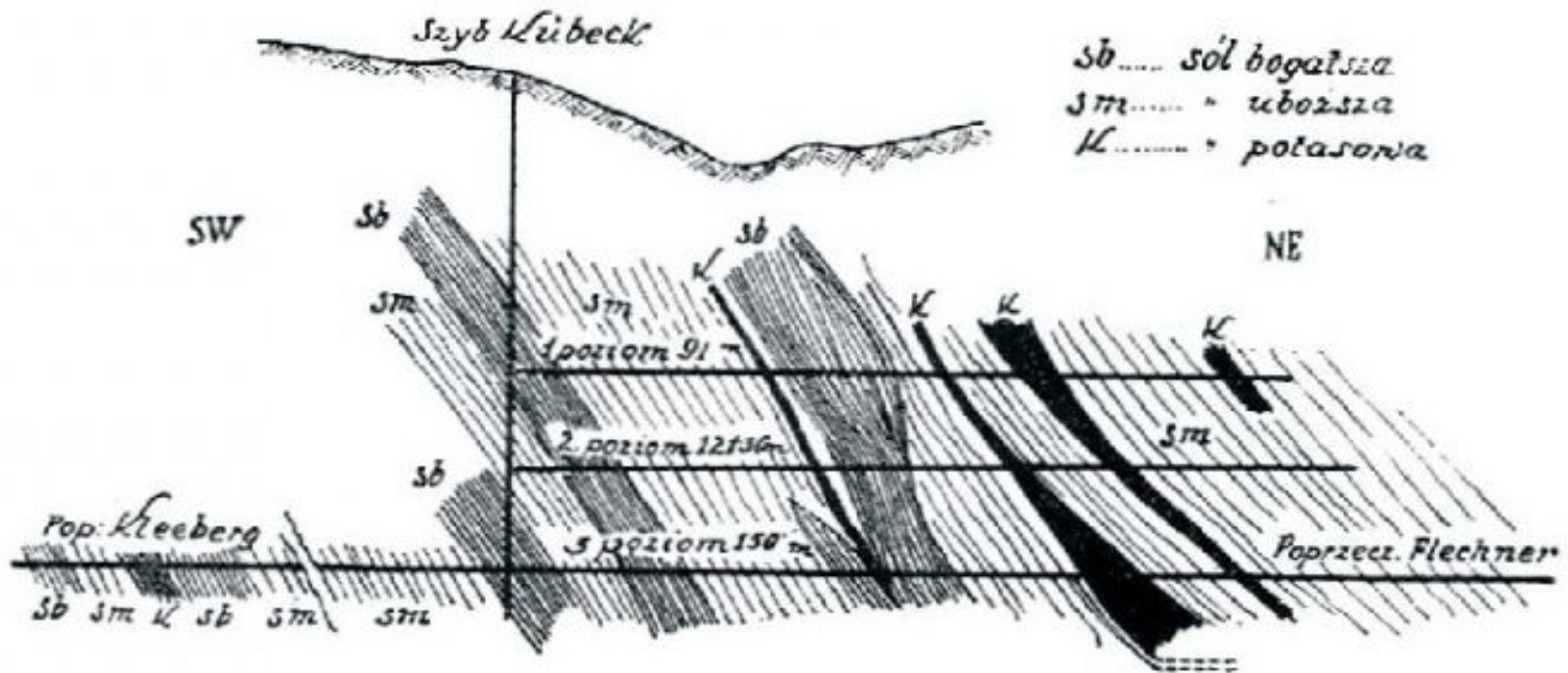


Fig. 8. Przekrój poprzeczny kopalni soli w Stebniku (Windakiewicz 1927)

Fig. 8. Cross-section of the of the mine in Stebnik (Windakiewicz 1927)











© Andriy Royuk





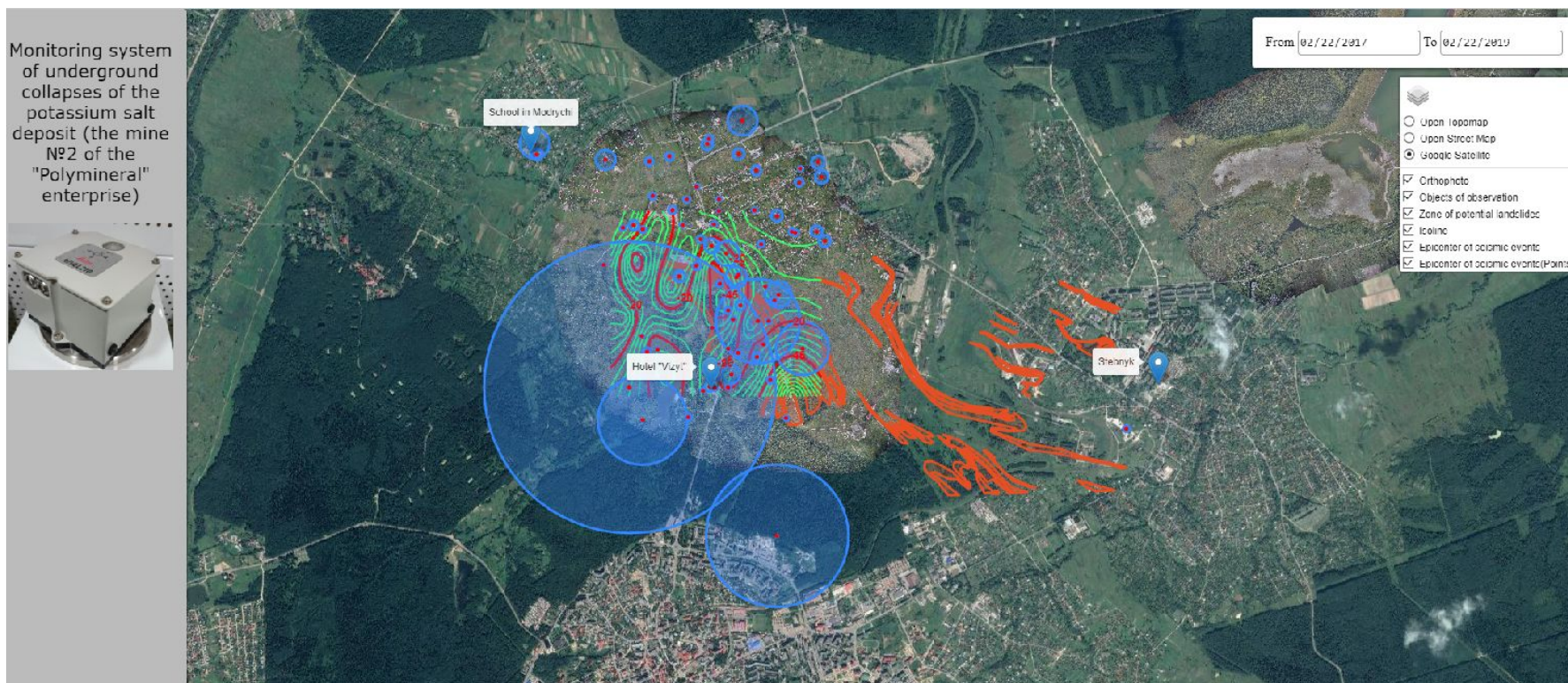
готель
“ВІЗИТ”



08.10.2017

Web сторінка результатів моніторингу підземних поштовхів території родовища калійних солей підприємства “Полімінерал”

<http://gis.lp.edu.ua:8080/geoserver/www/index.html>



Нахиломірні станції «Модричі» і «Візит»



Координати місць встановлення нахиломірних станцій

| Назва станції | Координати | |
|---------------|------------|-------------|
| | В (широта) | Л (довгота) |
| Модричі | 49°18'48" | 23°29'25" |
| Візит | 49°17'51" | 23°30'32" |

Місця встановлення інклінометрів



Нахиломірна станція Nivel 210 встановлена в школі с. Модричі



Нахиломірна станція Nivel 210 встановлена в готелі «Візит»

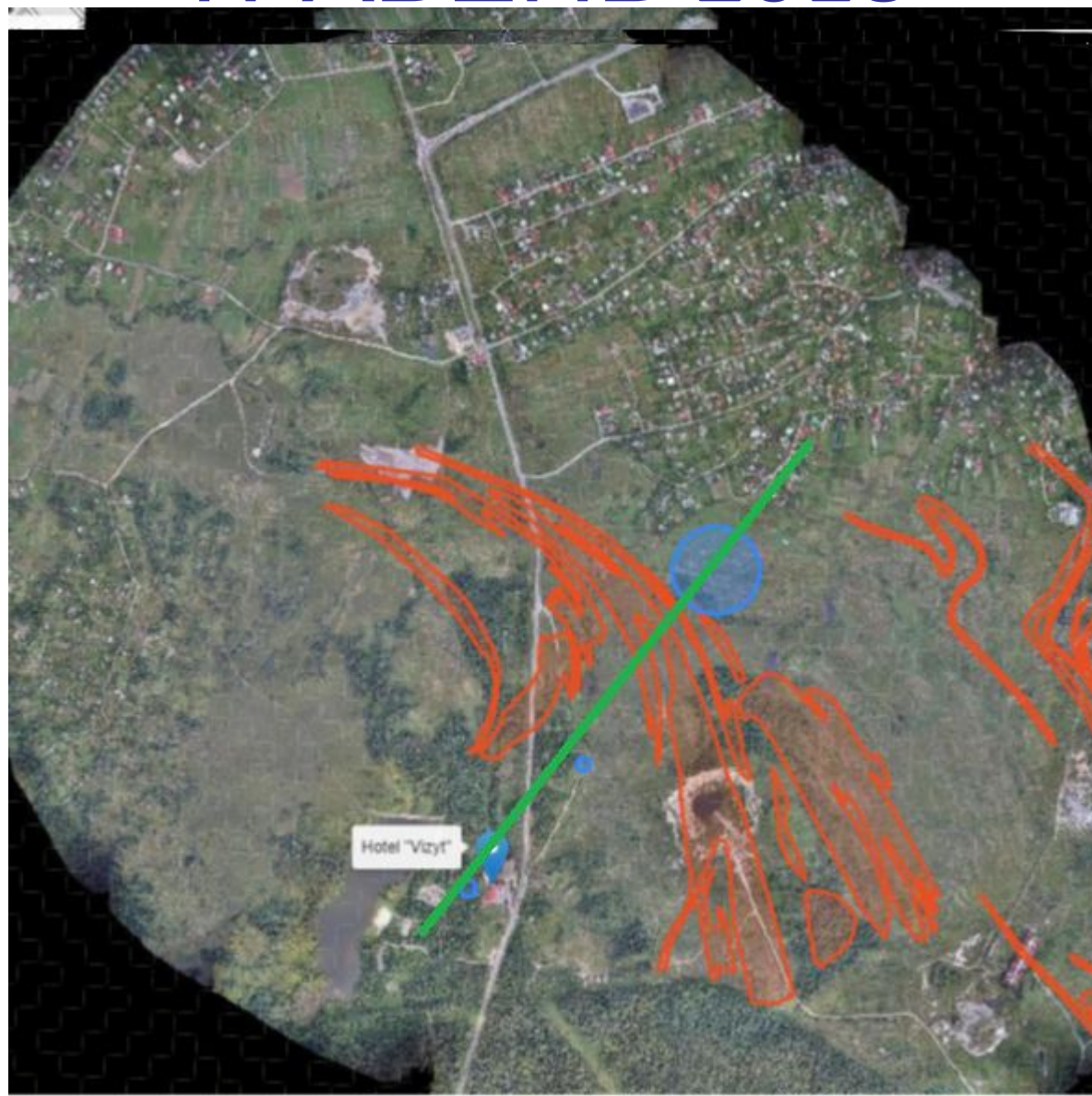
Місце встановлення додаткової станції в Стебнику



КВІТЕНЬ 2018



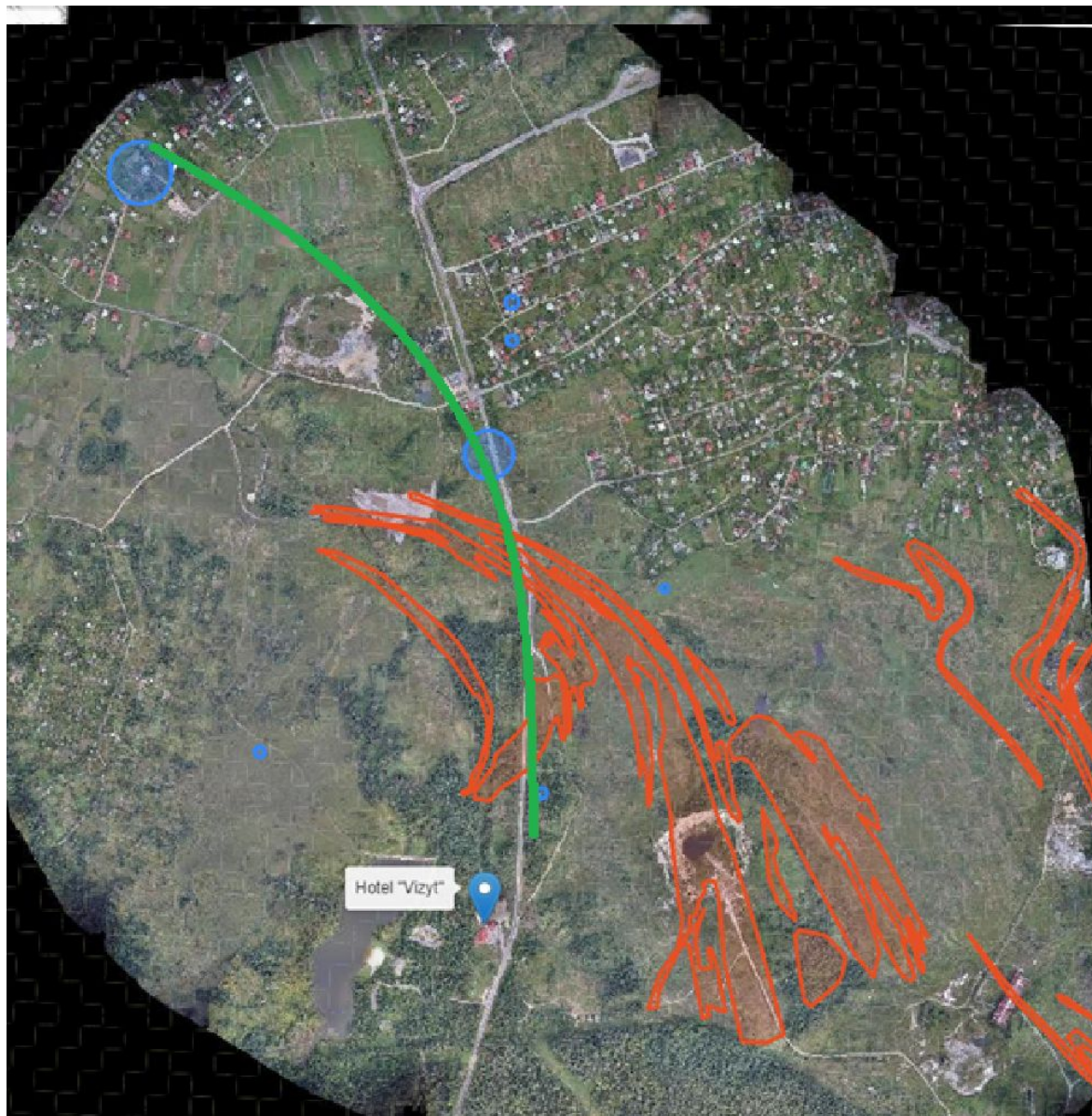
ТРАВЕНЬ 2018



ЧЕРВЕНЬ 2018



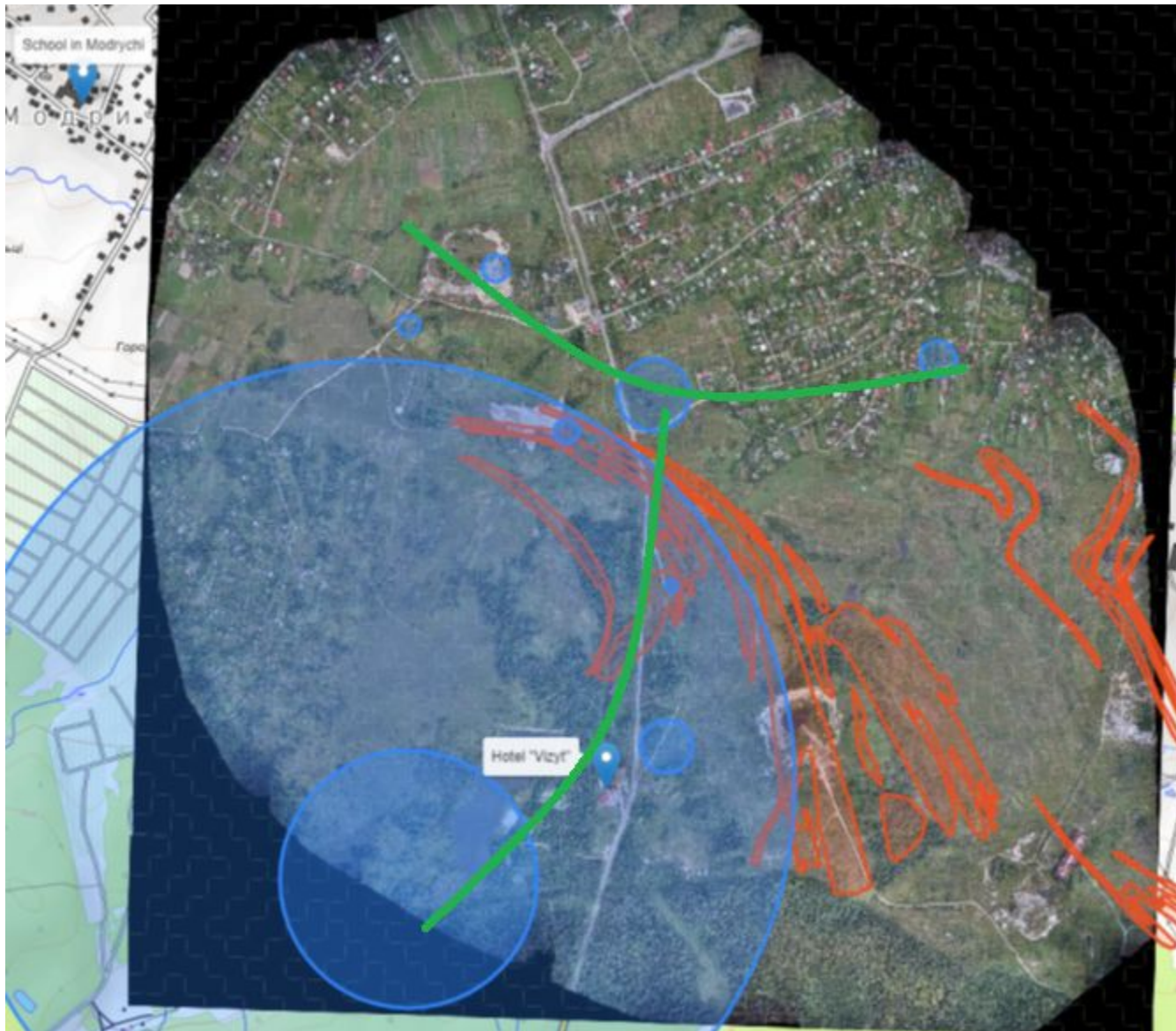
ЛИПЕНЬ 2018



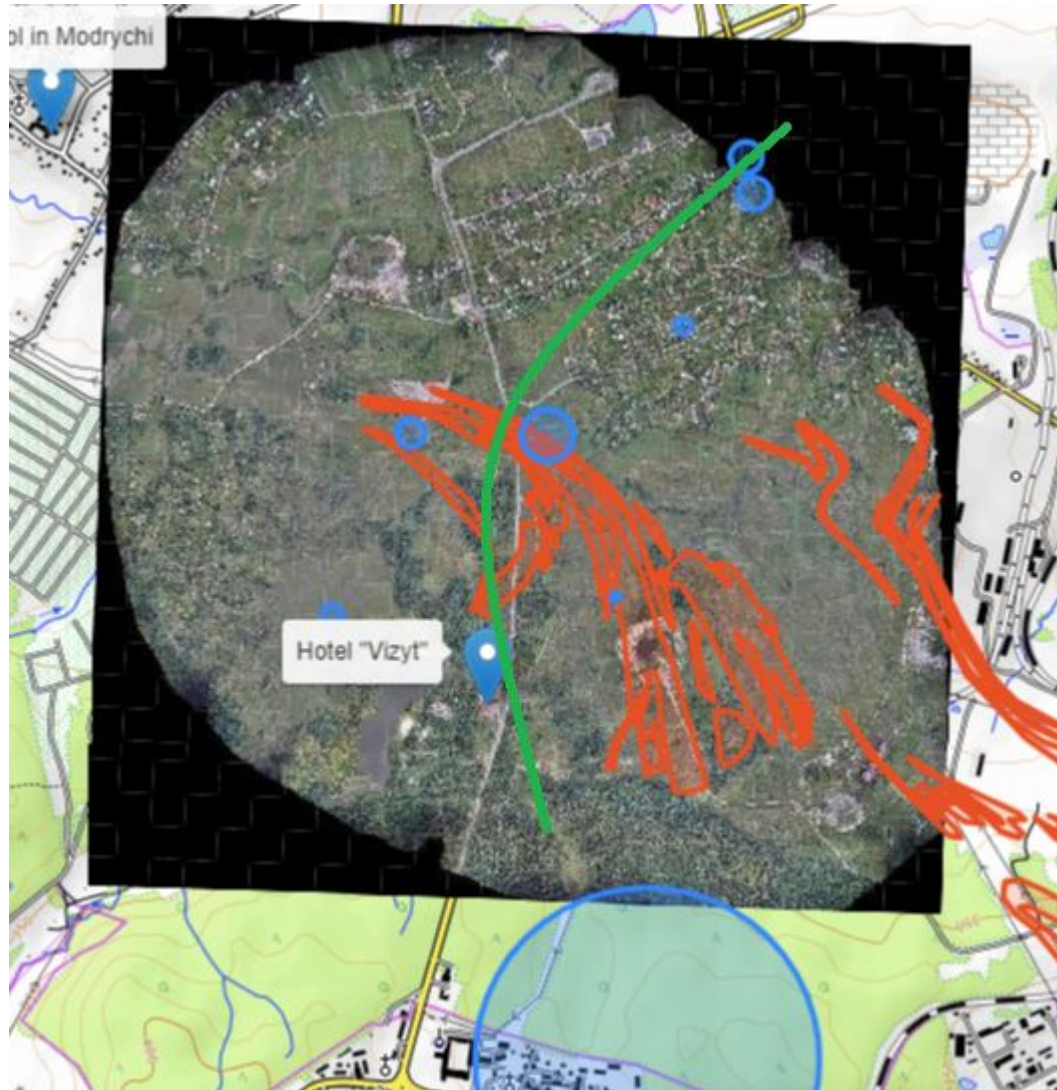
СЕРПЕНЬ 2018

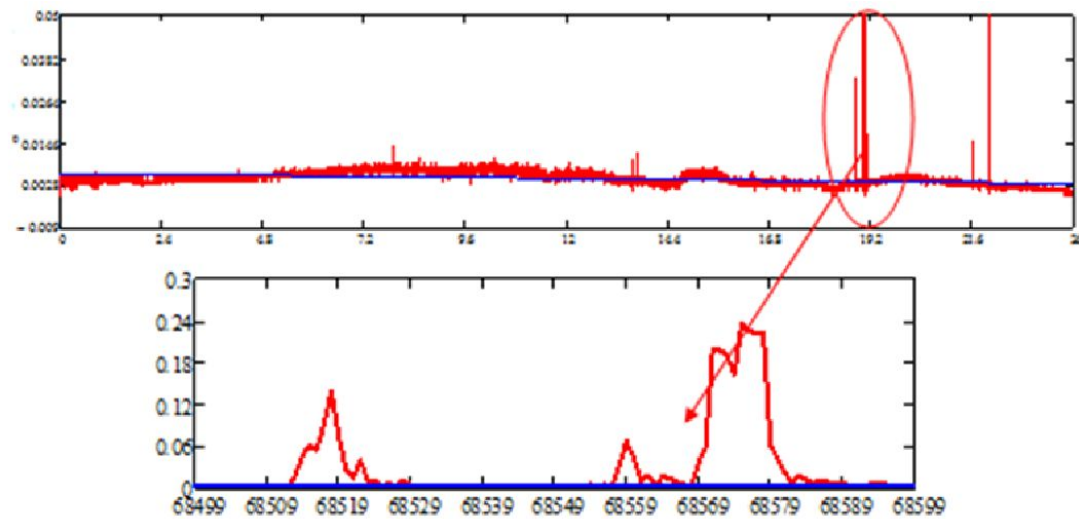


ВЕРЕСЕНЬ 2018

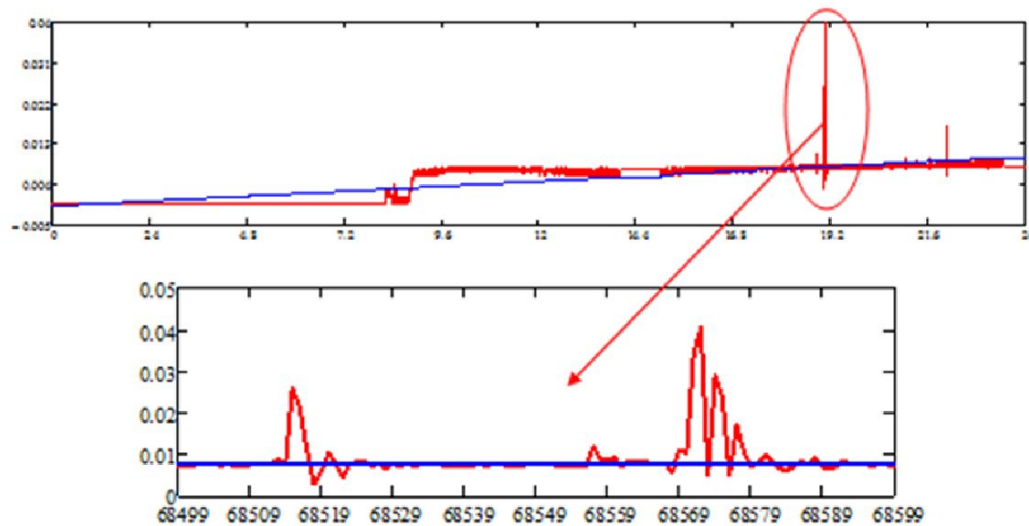


Жовтень 2018

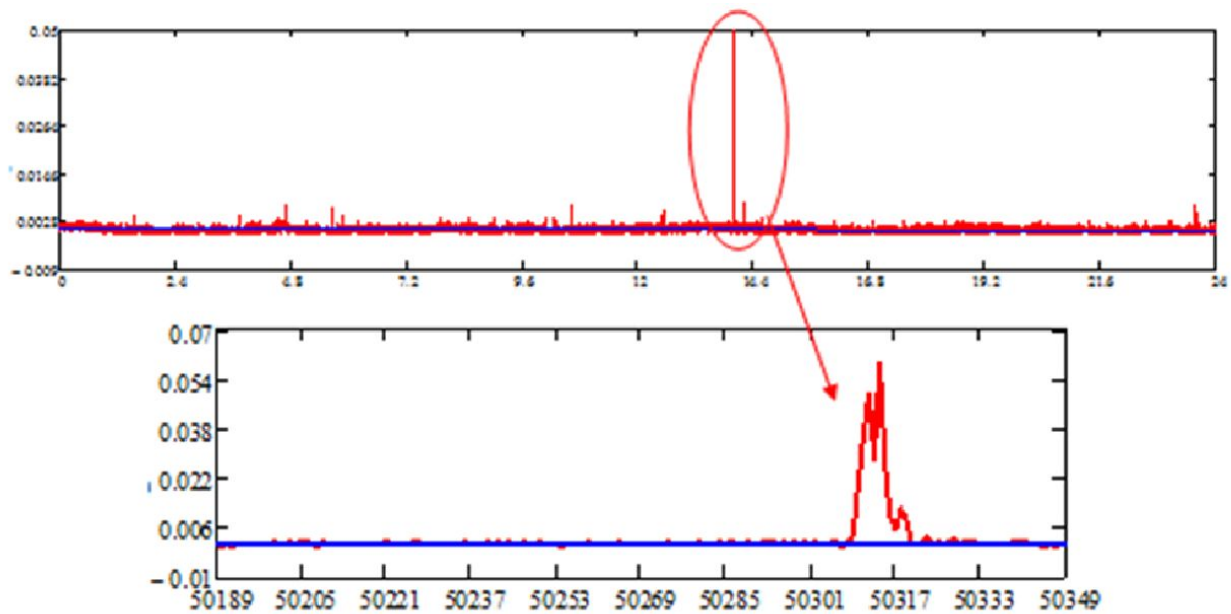




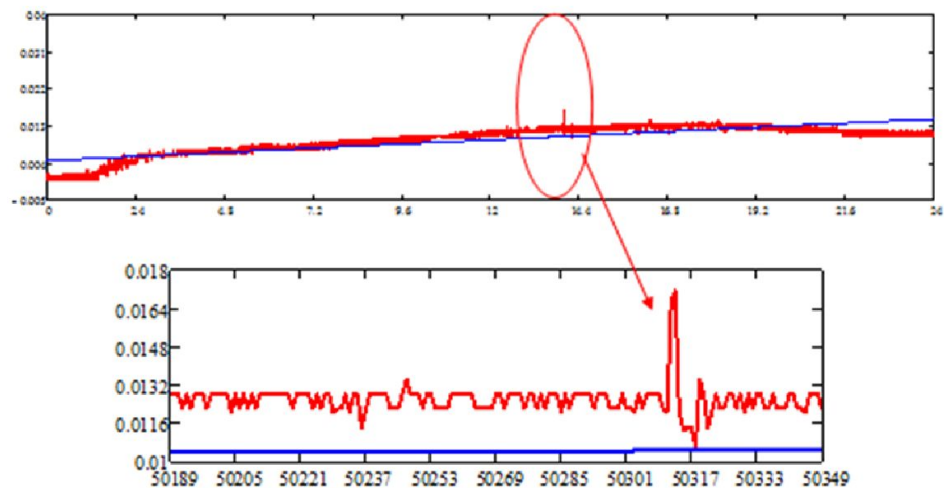
Аномальні коливання зафіксовані станцією Візит 27. 09. 2018 року о
19:02:31



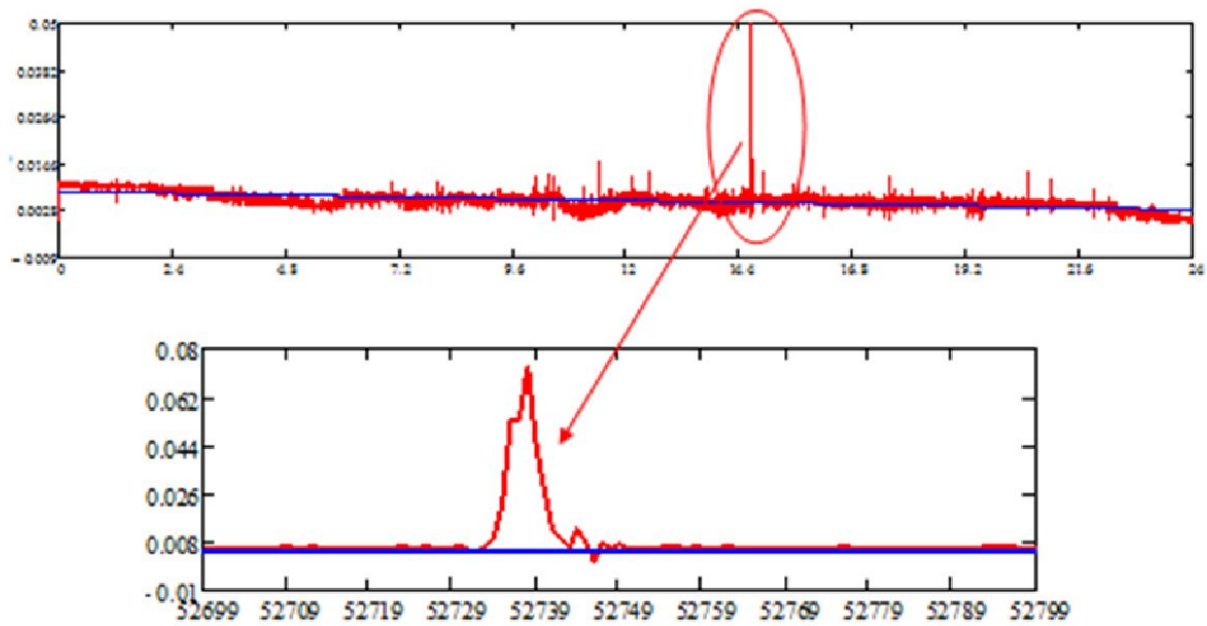
Аномальні коливання зафіксовані станцією Модричі 27. 09. 2018 року о
19:02:31



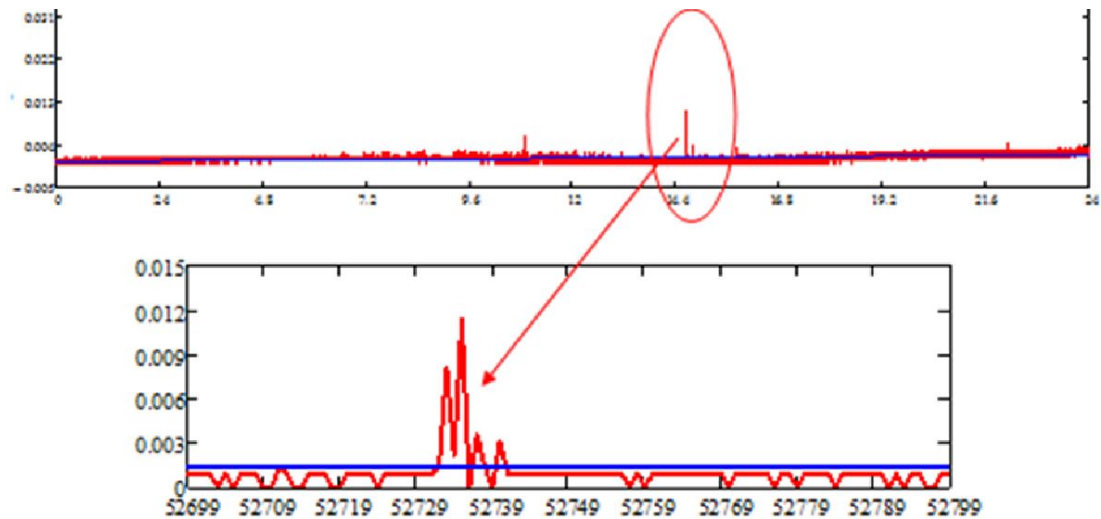
Аномальні коливання зафіксовані станцією Візит 30. 09. 2018 року о
13:58:33



Аномальні коливання зафіксовані станцією Модричі 30. 09. 2018 року о
13:58:33



Аномальні коливання зафіксовані станцією Візит 04. 10. 2018 року о 14:38:57

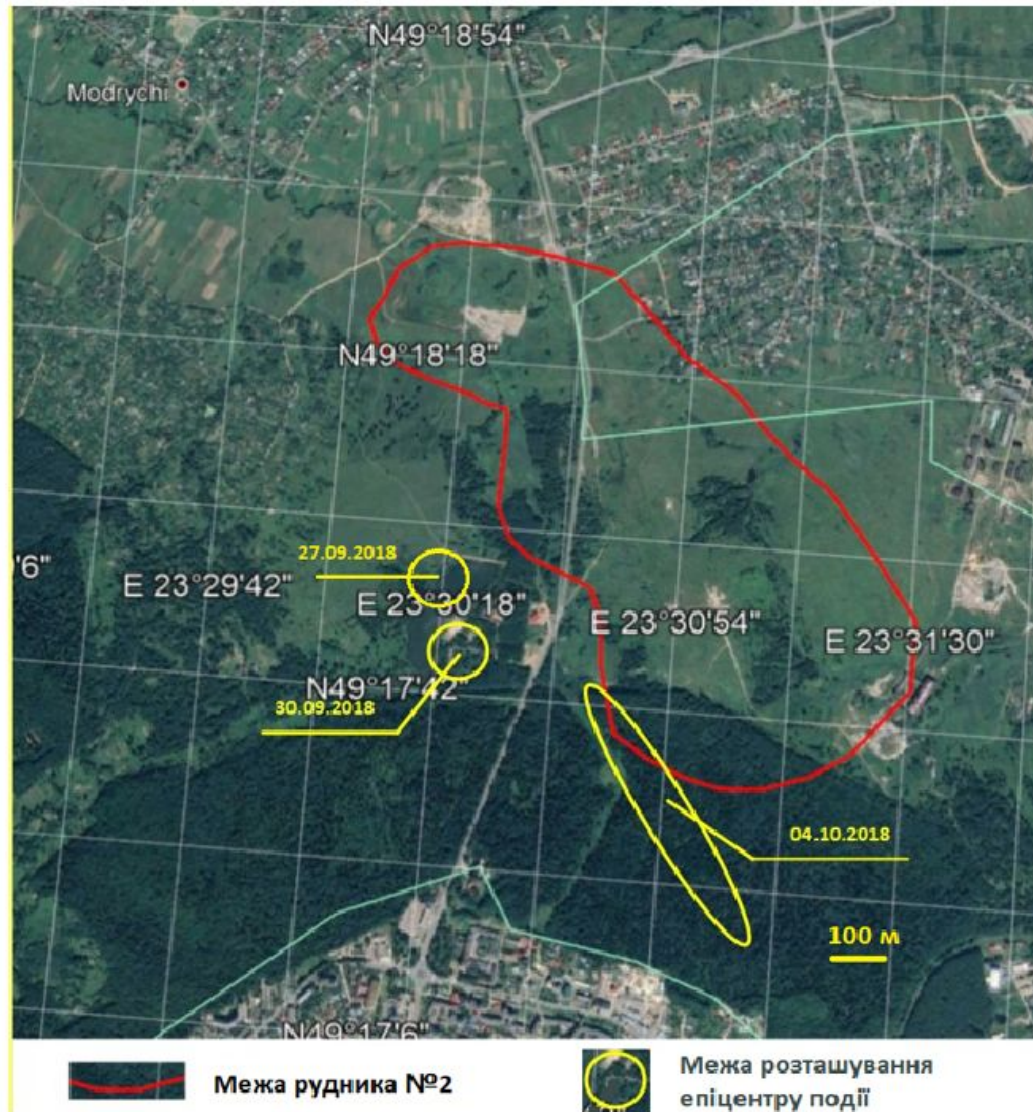


Аномальні коливання зафіксовані станцією Модричі 04. 10. 2018 року о 14:38:57

Ймовірні підземні обвали зафіксовані нахиломірними станціями

| довгота | | | широта | | | бал | дата | | | час | | |
|---------|----|-------|--------|----|-------|--------|------|----|----|-----|----|----|
| | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 18 | 5,95 | 23 | 30 | 33,33 | 0,0006 | 2018 | 6 | 11 | 11 | 32 | 24 |
| 49 | 18 | 11,47 | 23 | 30 | 43,85 | 0,0019 | 2018 | 6 | 12 | 16 | 6 | 30 |
| 49 | 18 | 40,33 | 23 | 30 | 27,62 | 0,0008 | 2018 | 6 | 13 | 10 | 24 | 11 |
| 49 | 18 | 31,02 | 23 | 30 | 22,21 | 0,0009 | 2018 | 6 | 23 | 17 | 7 | 40 |
| 49 | 18 | 29,49 | 23 | 31 | 12,38 | 0,0022 | 2018 | 6 | 27 | 12 | 8 | 2 |
| 49 | 18 | 16,05 | 23 | 30 | 53,22 | 0,0004 | 2018 | 7 | 5 | 12 | 49 | 34 |
| 49 | 18 | 25,99 | 23 | 30 | 33,20 | 0,0028 | 2018 | 7 | 6 | 12 | 49 | 35 |
| 49 | 18 | 0,91 | 23 | 30 | 39,23 | 0,0006 | 2018 | 7 | 11 | 8 | 15 | 53 |
| 49 | 18 | 37,30 | 23 | 30 | 35,83 | 0,0008 | 2018 | 7 | 11 | 12 | 46 | 46 |
| 49 | 18 | 34,47 | 23 | 30 | 35,85 | 0,0007 | 2018 | 7 | 11 | 16 | 17 | 33 |
| 49 | 18 | 3,94 | 23 | 30 | 7,14 | 0,0006 | 2018 | 7 | 12 | 23 | 19 | 30 |
| 49 | 18 | 50,82 | 23 | 29 | 27,06 | 0,0057 | 2018 | 7 | 17 | 11 | 28 | 33 |
| 49 | 18 | 46,89 | 23 | 29 | 53,54 | 0,0036 | 2018 | 7 | 18 | 10 | 51 | 46 |
| 49 | 18 | 19,03 | 23 | 30 | 43,21 | 0,0009 | 2018 | 8 | 29 | 9 | 18 | 49 |
| 49 | 17 | 53,36 | 23 | 30 | 55,08 | 0,0013 | 2018 | 8 | 30 | 11 | 0 | 14 |
| 49 | 17 | 51,29 | 23 | 30 | 34,32 | 0,0008 | 2018 | 8 | 31 | 10 | 18 | 39 |
| 48 | 18 | 48,14 | 23 | 29 | 27,96 | 0,0023 | 2018 | 8 | 31 | 11 | 5 | 43 |
| 49 | 18 | 21,08 | 23 | 30 | 27,59 | 0,0015 | 2018 | 9 | 1 | 10 | 50 | 53 |
| 49 | 18 | 27,12 | 23 | 31 | 15,32 | 0,0023 | 2018 | 9 | 5 | 2 | 3 | 22 |
| 49 | 18 | 24,10 | 23 | 30 | 38,82 | 0,0047 | 2018 | 9 | 6 | 19 | 9 | 45 |
| 49 | 18 | 34,70 | 23 | 30 | 18,52 | 0,0017 | 2018 | 9 | 13 | 9 | 31 | 4 |
| 49 | 18 | 8,14 | 23 | 30 | 41,19 | 0,0008 | 2018 | 9 | 13 | 19 | 9 | 22 |
| 49 | 17 | 51,57 | 23 | 30 | 2,59 | 0,0547 | 2018 | 9 | 27 | 19 | 2 | 31 |
| 49 | 18 | 29,93 | 23 | 30 | 7,36 | 0,0014 | 2018 | 9 | 28 | 13 | 31 | 19 |
| 49 | 17 | 43,58 | 23 | 30 | 7,34 | 0,0167 | 2018 | 9 | 30 | 13 | 58 | 33 |
| 49 | 17 | 54,70 | 23 | 30 | 40,45 | 0,0035 | 2018 | 9 | 30 | 14 | 11 | 13 |
| 49 | 18 | 18,54 | 23 | 30 | 21,12 | 0,0023 | 2018 | 10 | 2 | 15 | 24 | 57 |
| 49 | 18 | 2,06 | 23 | 30 | 52,69 | 0,0005 | 2018 | 10 | 3 | 14 | 40 | 42 |
| 49 | 17 | 15,46 | 23 | 30 | 57,63 | 0,0269 | 2018 | 10 | 4 | 14 | 38 | 57 |
| 49 | 17 | 55,02 | 23 | 30 | 34,09 | 0,0014 | 2018 | 10 | 8 | 11 | 58 | 56 |
| 49 | 18 | 42,67 | 23 | 31 | 14,19 | 0,0025 | 2018 | 10 | 9 | 12 | 26 | 59 |
| 49 | 18 | 0,27 | 23 | 30 | 8,95 | 0,0017 | 2018 | 10 | 9 | 16 | 1 | 39 |

Розташування епіцентрів аномальних подій які відбулася 27.09.2018, 30. 09. 2018 та 04. 10. 2018



ВИКОНАННЯ ГНСС ВИМІРІВ ТА ГЕОМЕТРИЧНОГО НІВЕЛЮВАННЯ НА ПУНКТАХ МЕРЕЖІ ГЕОДИНАМІЧНОГО ПОЛІГОНУ

На території рудника №2 та
дамби хвостосховища
виконано три цикли повторних
ГНСС вимірів:

1 цикл спостережень - 21. 09.
2018,

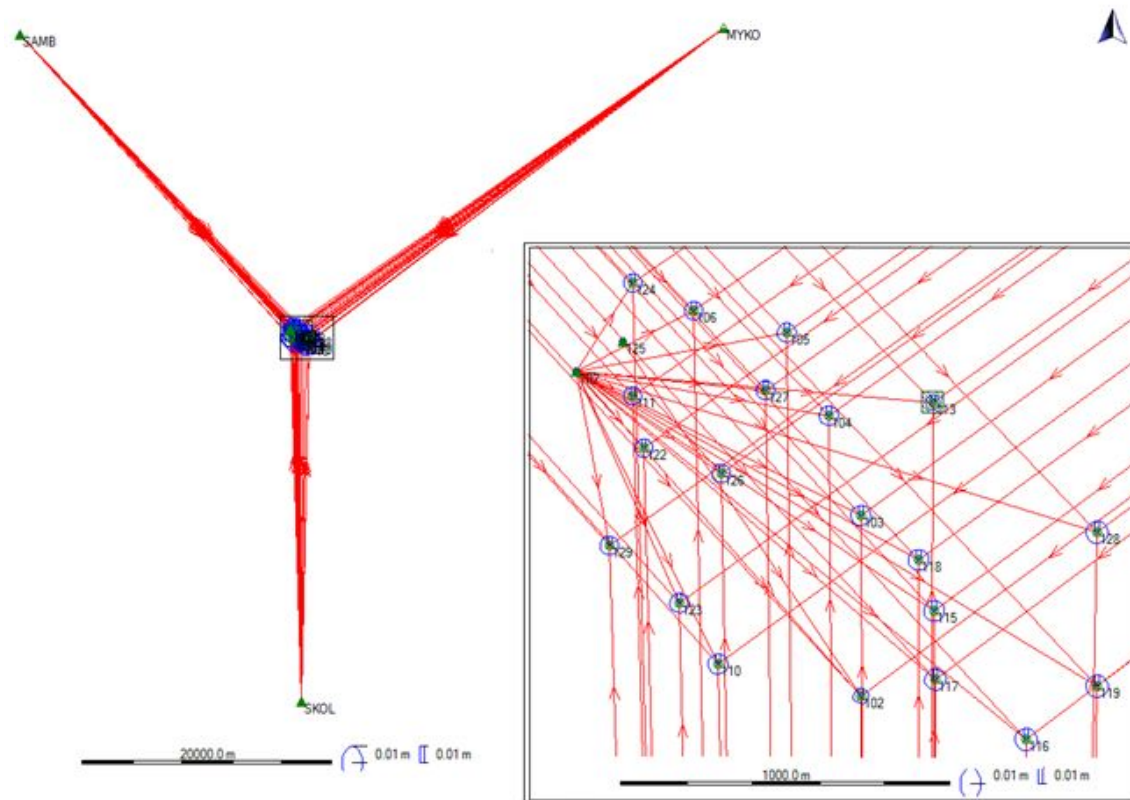
2 цикл спостережень - 28. 10.
2018,

3 цикл спостережень - 22. 11.
2018

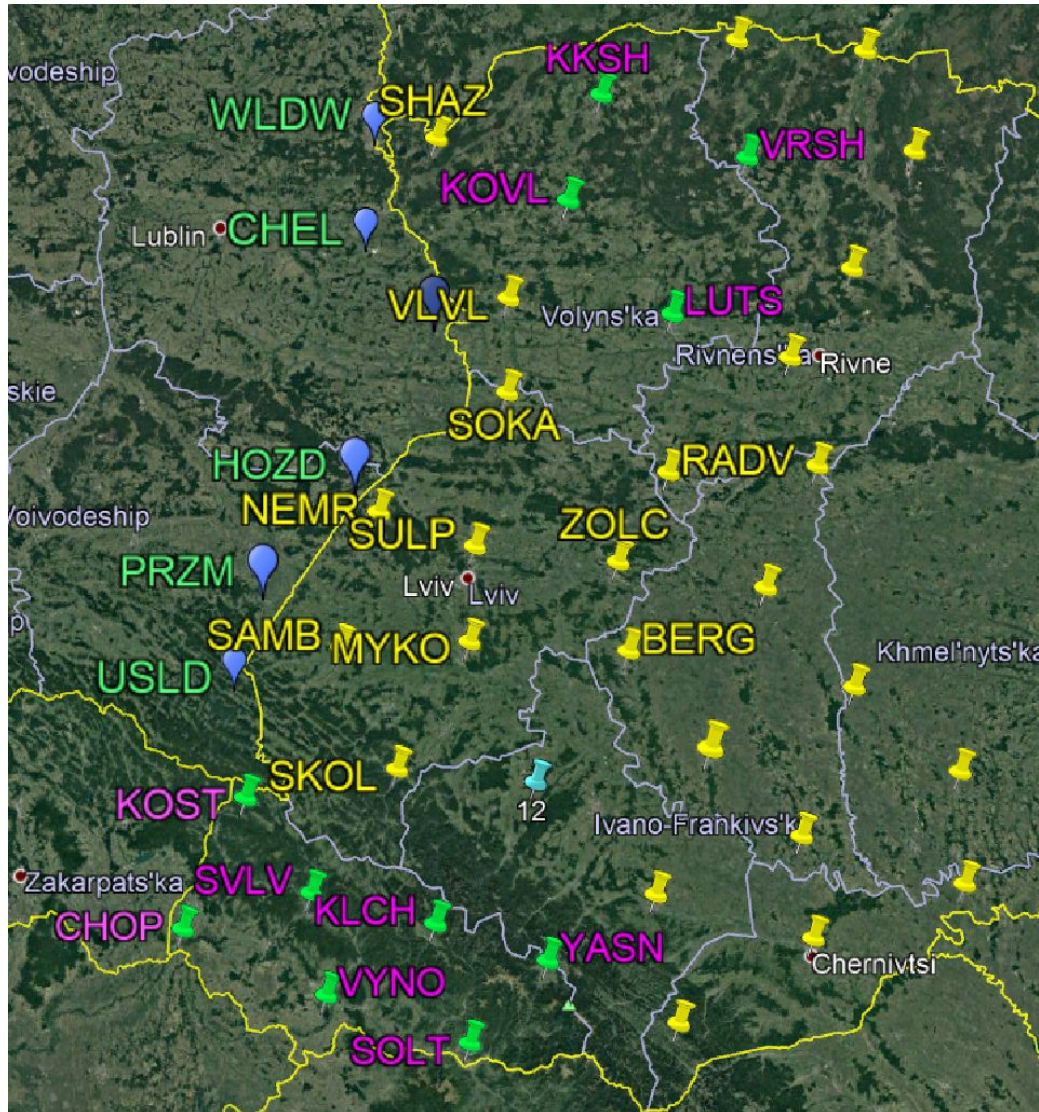
Вимірювання виконано
чотирма ГНСС двочастотними
приймачами з використання
супутникових сигналів систем
GPS ГЛОНАСС: 2 приймачі
SouthS82та 2 приймачі



Схема привязки вимірів до перманентних ГНСС станцій SKOL, SAMB, МУКО



Мережа ГНСС станцій Львівської політехніки



НАЙВНЕ ГНСС ОБЛАДНАННЯ

- 10 ГНСС станцій



4 ГНСС приймачі Leica GRX1200
GG PRO,
4 ГНСС антени AX1202 GG



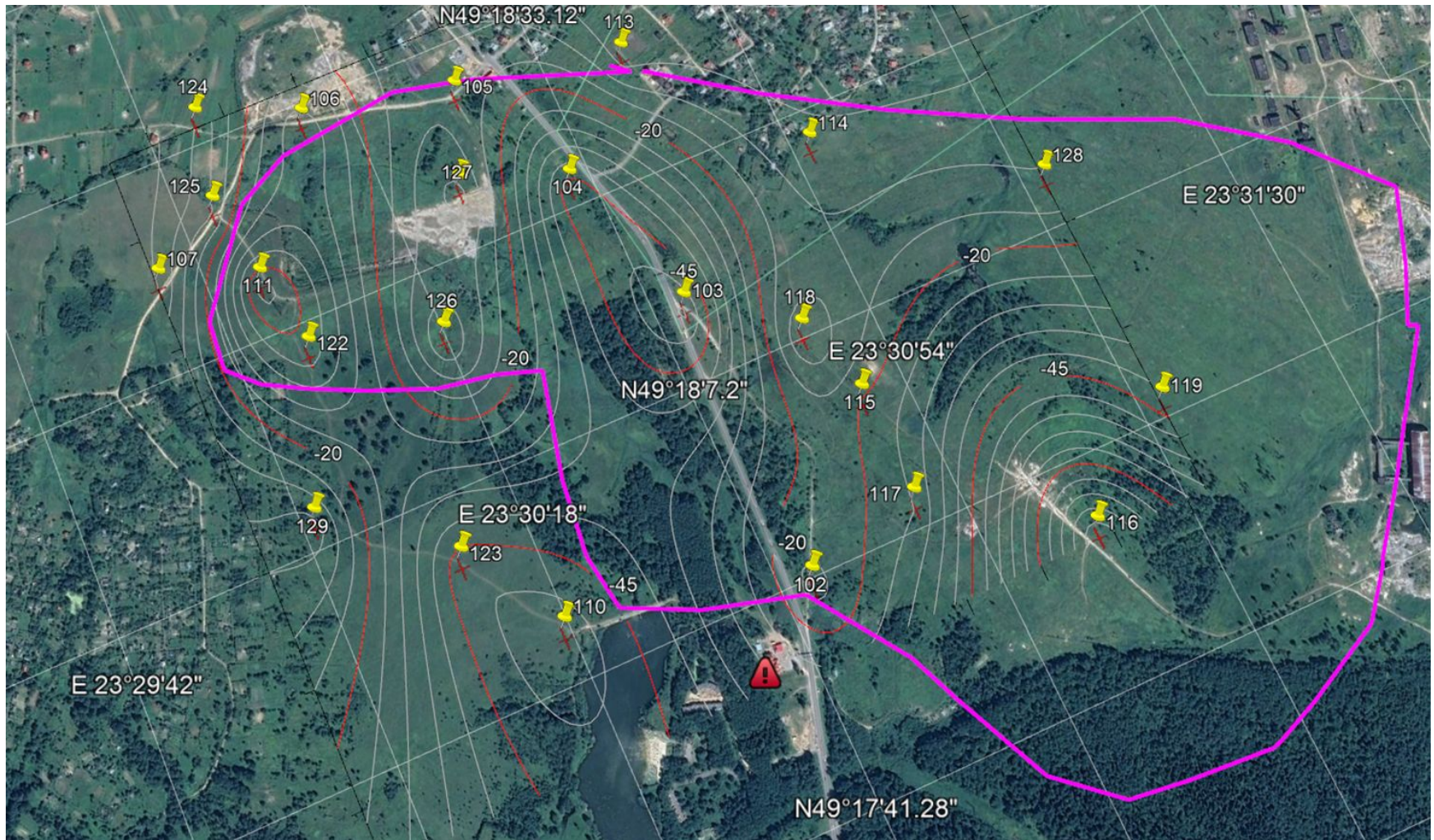
2 ГНСС приймачі Leica GR10,
2 ГНСС антени AS10



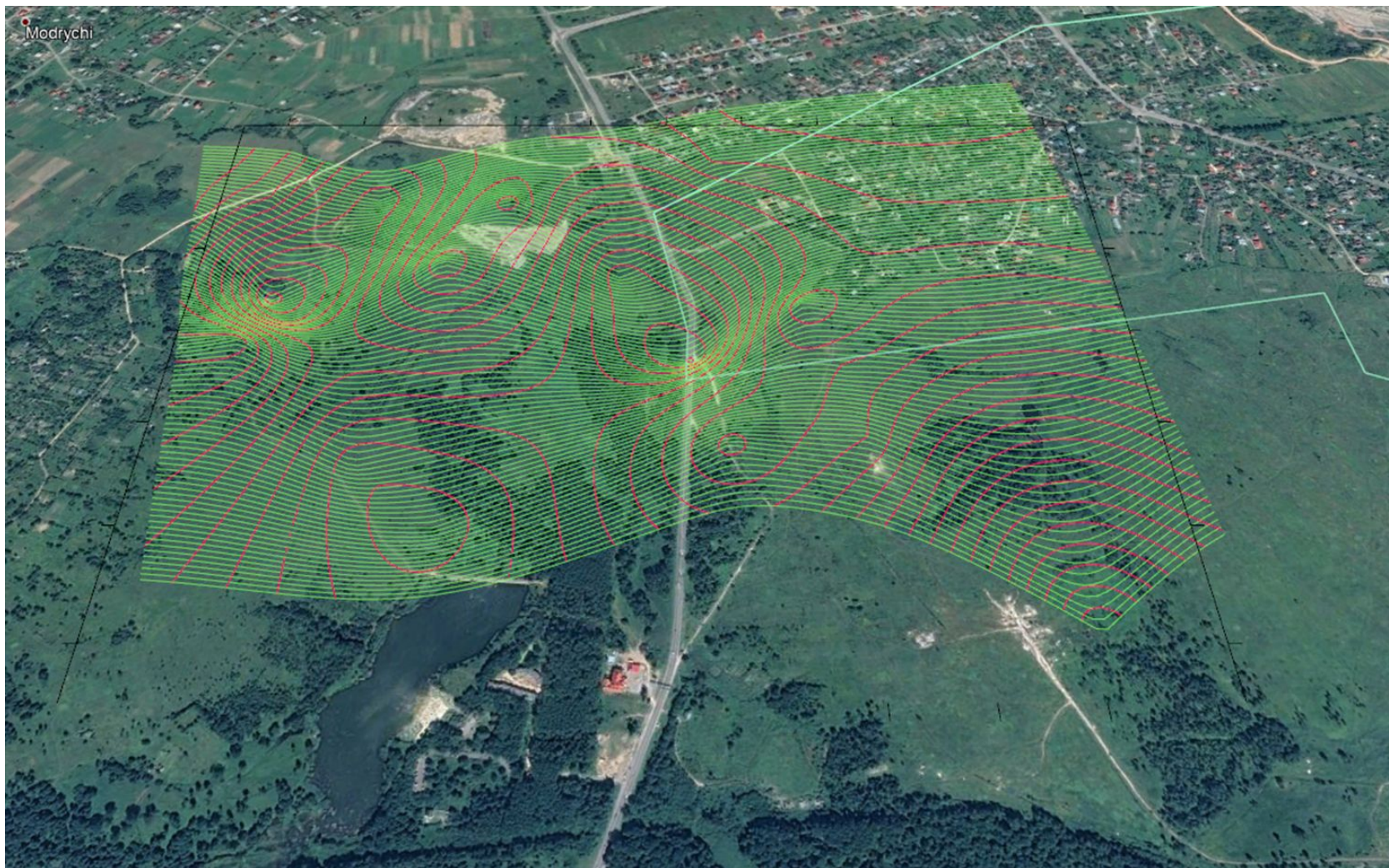
1 ГНСС приймачі TPS NET-G3A 1
GNSS ГНСС антени TPSCR.G5
TPSH

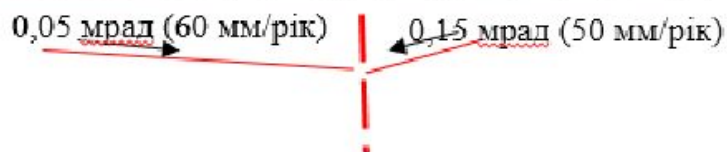
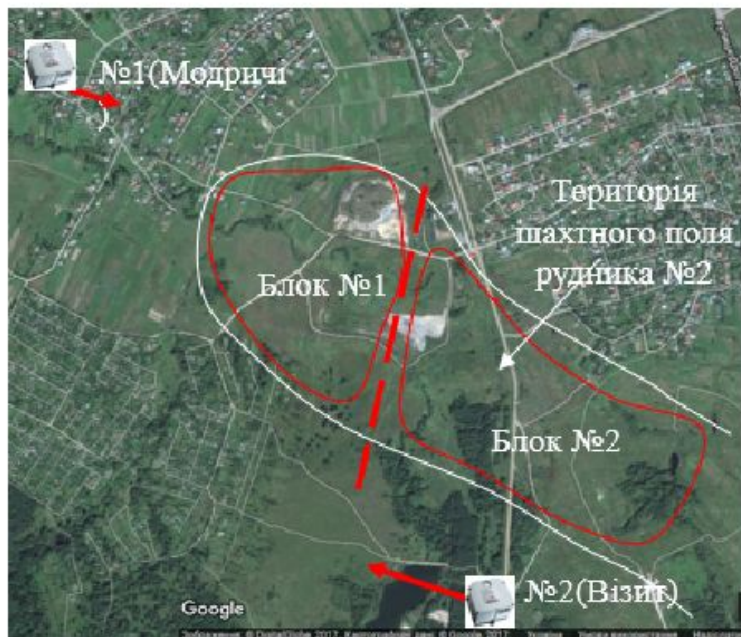


Картоschema розподілу ізоліній опускання території рудника №2

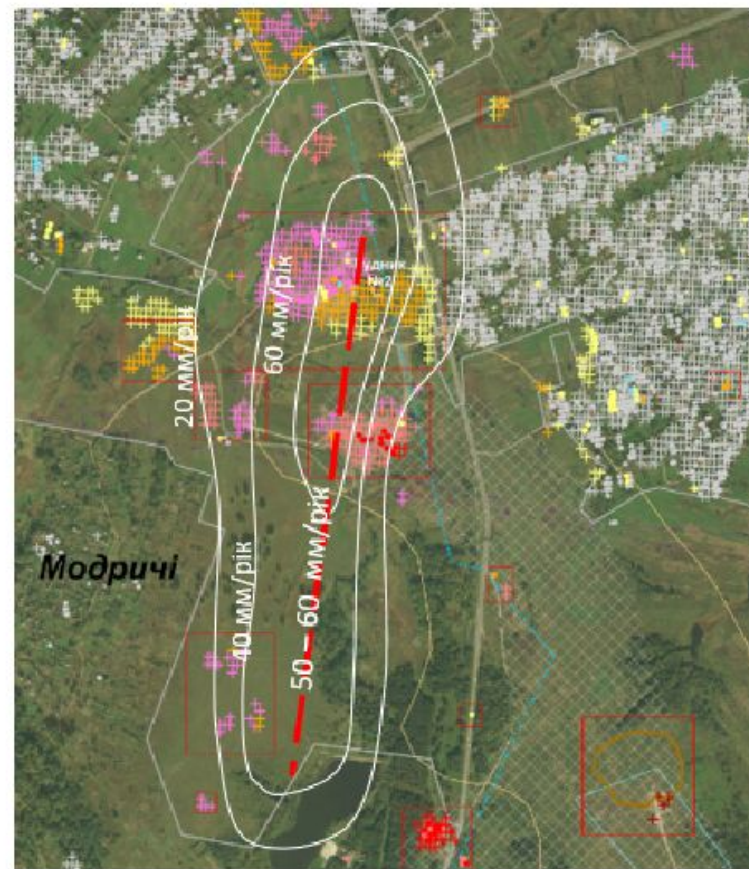


3D – модель вертикальних деформацій території рудника №2 за даними ГНСС вимірів



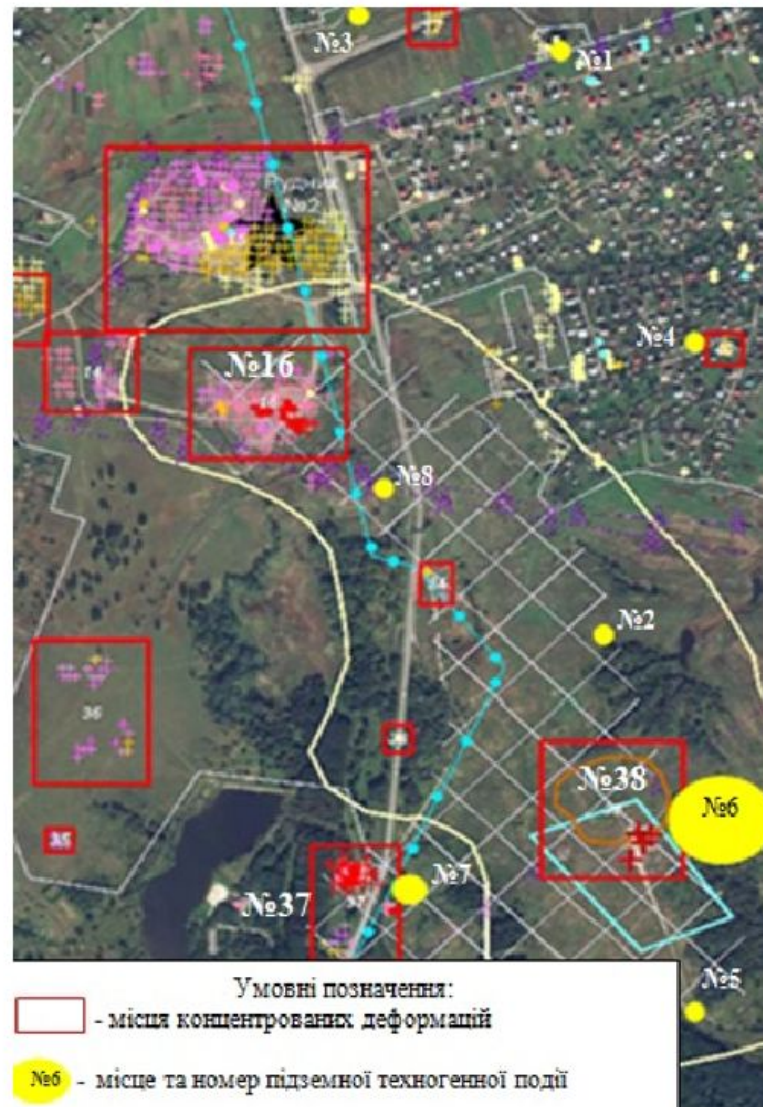


Середні напрямки максимального кута нахилу зафіксовані нахиломірними станціями «Візит» і «Модричі», імовірна лінія поділу території на блоки та величина осідання території шахтного поля

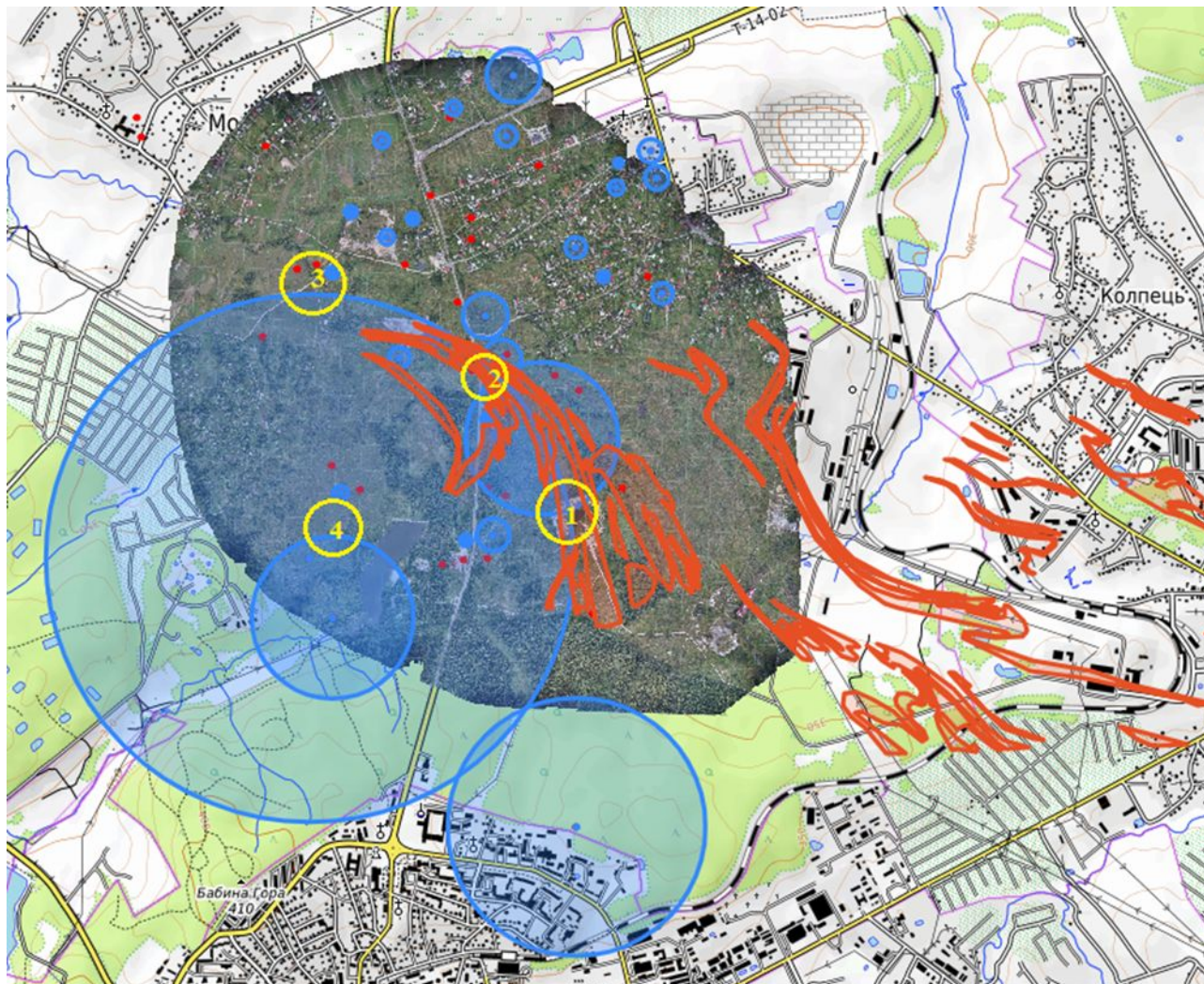



Ізолінії швидкості вертикальних зміщень одержаних з використанням інтерферометричних методів обробки супутникових радарних вимірювань та імовірна лінія поділу території на блоки і величина осідання території одержана з результатів нахоломірних спостережень


Територія рудника №2 з вказаними зонами де відбуваються підземні обвали за даними обробки супутникових радарних вимірювань та нахиломірних спостережень



Результати комплексного моніторингу підземних обвалів і вертикальних деформацій земної поверхні рудника №2.



 Інтенсивність підземних обвалів

 Зони максимальних вертикальних деформацій

Розподіл векторів горизонтальних зміщень пунктів рудника №2.

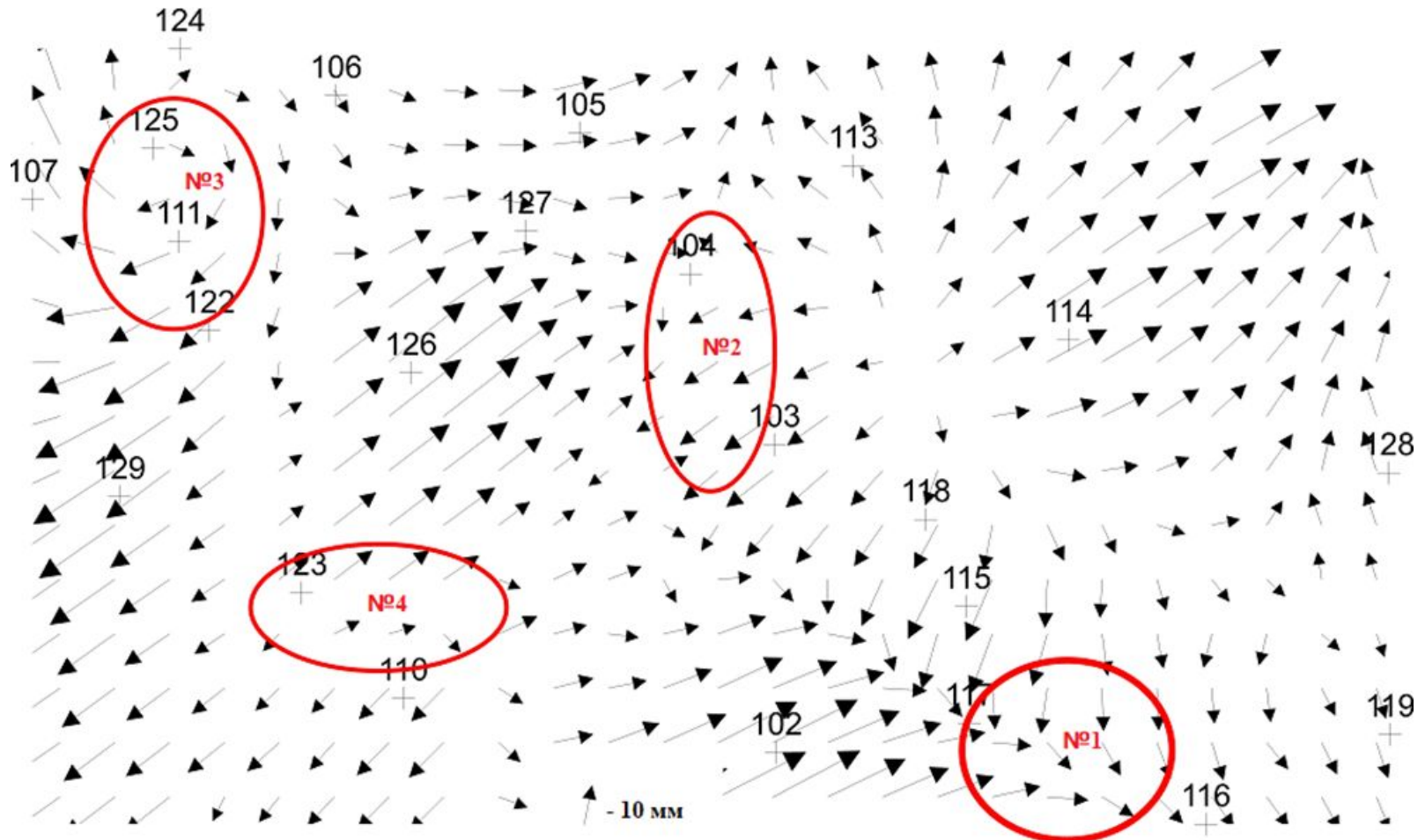
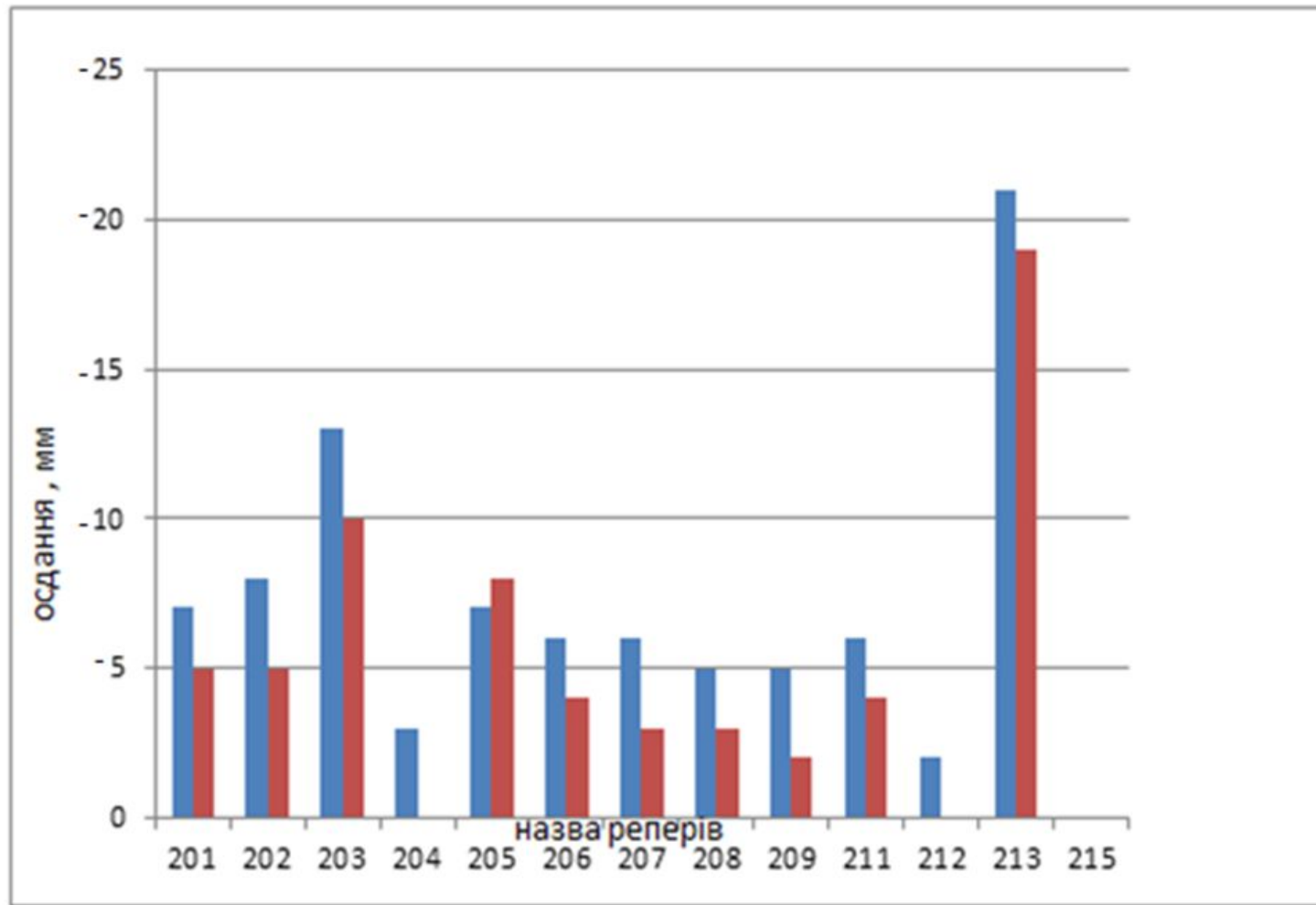


Схема ходів нівелювання на території ХВОСТОСХОВИЩА



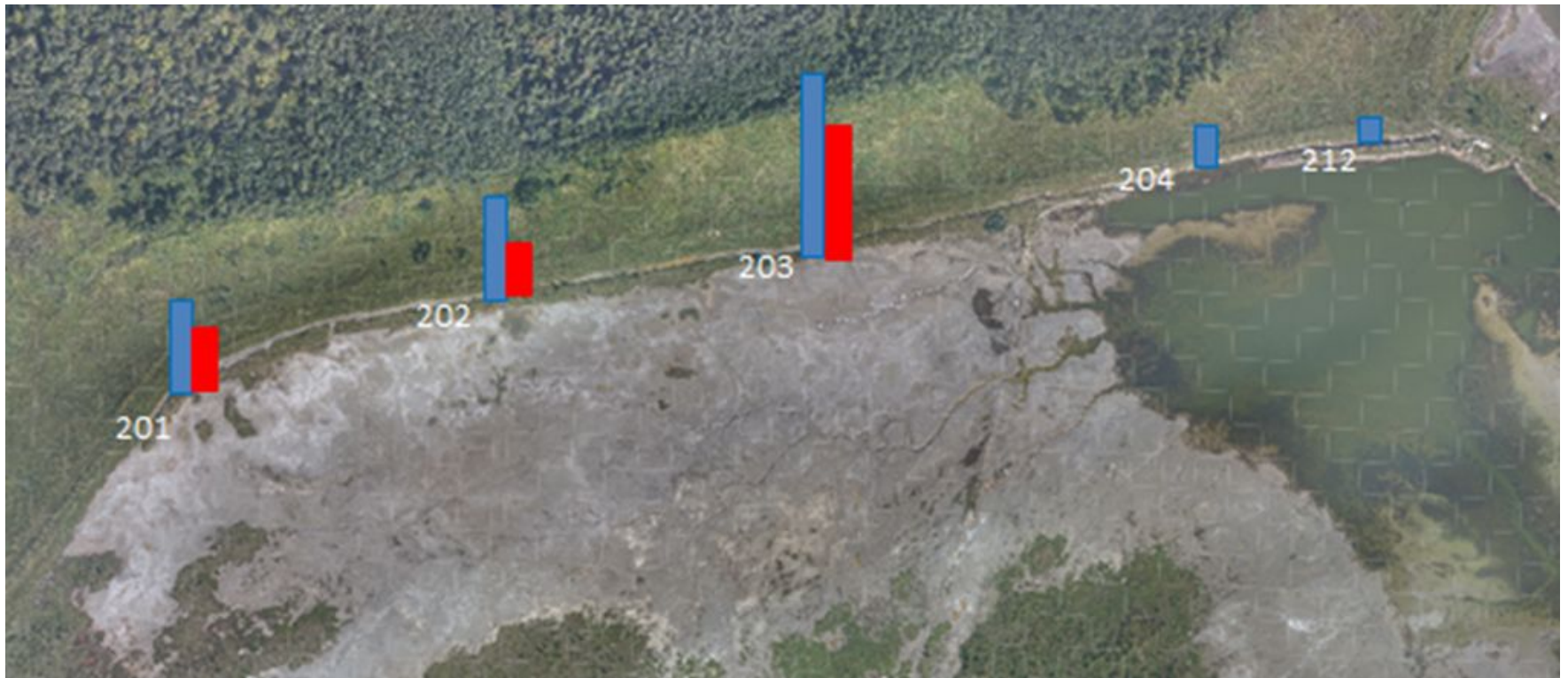
Величини осідання пунктів розташованих на греблі хвостосховища.



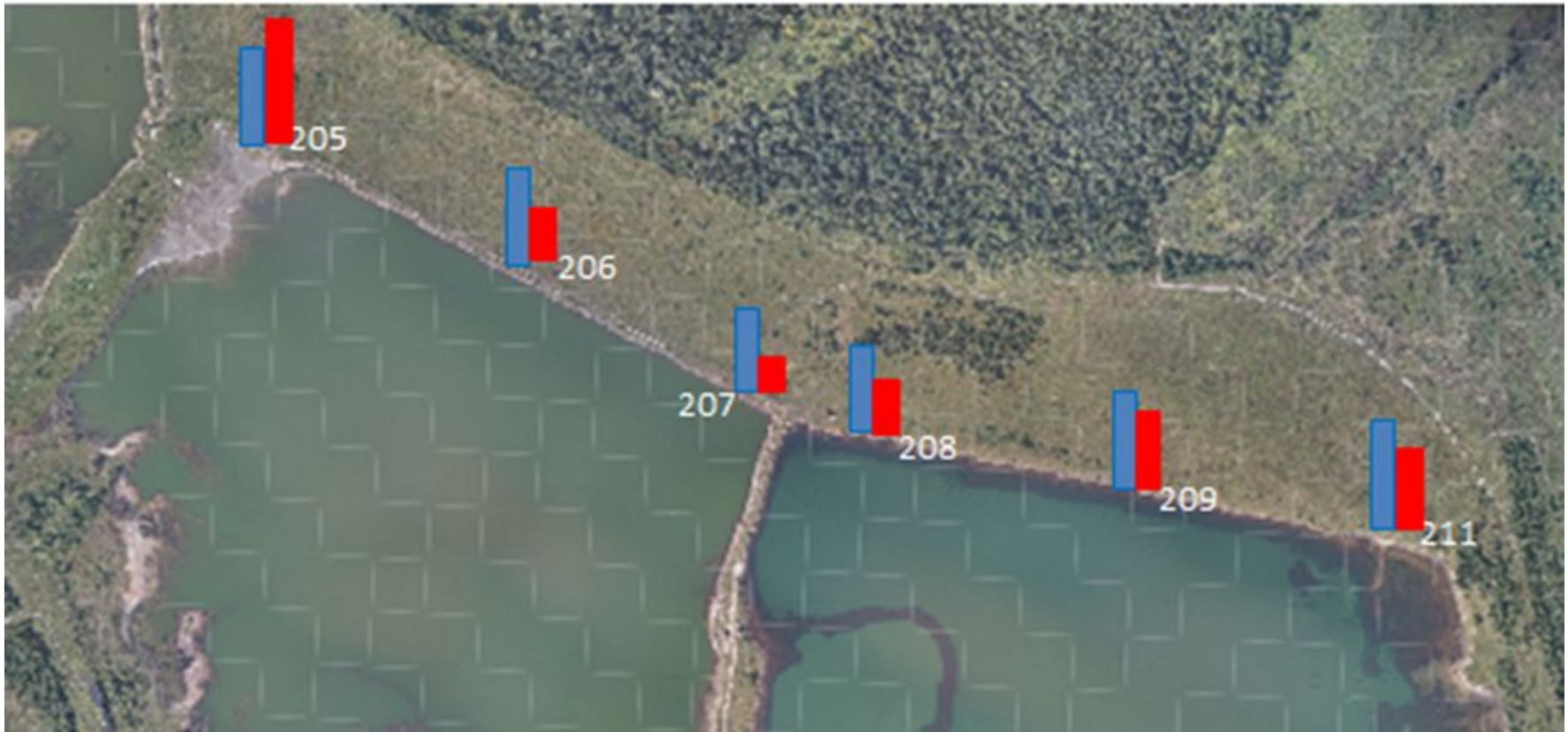
Величини осідання пунктів розташованих на греблі хвостосховища.

■ між 2 та 1 циклом, ■ між 3 та 1 циклом спостережень

Розташування пунктів на земляній греблі 1 секції хвостосховища та величини осідань



Розташування пунктів на кам'яній греблі 2-ої та 3-ої секцій хвостосховища та величини їх осідань



ВИСНОВКИ

В районі рудника №2 встановлено три нахиломірні станції, які в реальному часі надсилають результати вимірів на сервер Львівської політехніки. Інформація про імовірні підземні поштовхи (обвали) знаходиться на Веб сторінці

<http://gis.lp.edu.ua:8080/geoserver/www/index.html>.

За період з 11.06.2018 р. по 08.10.2018 на території рудника №2 зареєстровано 30 поштовхів. Починаючи з 27.06 по 09.10. 2018 суттєво посилилась активність і потужність поштовхів. Необхідно зазначити, що 27.09.2018 о 19:02:31, 30. 09. 2018 о 13:58:33, та 04. 10. 2018 о 14:38:57, зафіксовані аномально потужні поштовхи, амплітуда коливань яких у 10-20 –ть разів перевищувала попередні поштовхи, а їх епіцентри розташовані в районі готелю «Візит».

За результатами вимірів визначені горизонтальні та вертикальні зміщення земної поверхні території рудника №2 і дамби хвостосховища. На території рудника №2 виділено чотири зони максимального просідання, які зосереджені і в районі території обвалу (зона №1), частина шосейної дороги Трускавець – Дрогобич на відстані 700 м на захід від готелю Візит (зона №2), біля с. Модричі (зона №3) та на ділянці рудника на відстані 400 м на захід від готелю Візит (зона №4). Виділені зони корелюють зі скупченням епіцентрів підземних обвалів. Аномальні горизонтальні зміщення зафіксовані в зонах №1 і №3.

- **За результатами вимірів зафіксовано вертикальне осідання практично усіх пунктів розташованих на дамбі хвостосховища (близько 5 мм), що свідчить про стабільність дамби хвостосховища (особливо її 2 та 3 секцій). Виняток складають пункти 203 та 213 зміщення яких становить 10 та 20 мм відповідно. Осідання пункту 213 очевидно пов'язане з тим, що поблизу нього стався прорив труби по якій відбувалося перекачування технологічних рідин. Пункт 203 розташований на земляній греблі 1 секції хвостосховища в місці колишнього прориву дамби у 1983 році.**

Необхідно продовжити повторні ГНСС виміри на території рудника №2 з періодичністю в 1 місяць, та проводити геометричне нівелювання дамби хвостосховища з періодичністю 2 місяці.

Для підвищення точності та оперативності моніторингу на території рудника №2 необхідно встановити поблизу готелю Візит перманентну ГНСС станцію.

З метою виявлення карстових процесів, необхідно провести георадарне знімання виділених зон максимальних деформацій, як потенційних територій утворення провалів.



Дякую за увагу

