

Egzemplarz nr 2 1)

**Jednostka organizacyjna GIG: Zakład Monitoringu Środowiska**

**DOKUMENTACJA**  
**pracy badawczo-usługowej**

**Zleceniodawca:** Miasto Zabrze  
z siedzibą władz w urzędzie miejskim  
41-800 Zabrze, ul. Powstańców Śląskich 5-7

**Tytuł dokumentacji:**

**Badania kontrolne stanu termicznego hałdy Ruda w Zabrzu**

**Podsumowanie badań kontrolnych prowadzonych  
w I półroczu 2021 roku**

**Symbol PKWiU:**

**74.90.1**

Nr umowy/zlecenia<sup>2)</sup>: CRU/1043/2021 z dnia: 11.03.2021.

Nr komputerowy pracy w GIG: 584 1023 1-333

Data rozpoczęcia pracy: 11.03.2021r.

Data zakończenia pracy: 18.06.2021r.

**Słowa kluczowe:** badania, stan termiczny, hałda

GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA  
ZAKŁAD MONITORINGU ŚRODOWISKA

*dr inż. Krzysztof Gogola*

pieczęć i podpis  
kierownika pracy

- 1) wypełnić odręcznie po wydrukowaniu  
2) niepotrzebne skreślić

ZASTĘPCA KIEROWNIKA  
Zakładu Monitoringu Środowiska  
Głównego Instytutu Górnictwa

*mgr inż. Piotr Kucharski*

pieczęć i podpis  
kierownika jednostki  
organizacyjnej GIG

**Zespół realizujący** (stopień - imię i nazwisko):

dr inż. Krzysztof Gogola  
mgr inż. Marcin Grądziel  
mgr Grzegorz Ligocki

**Abstrakt** (min. 500 znaków – maks.1000 znaków):

*W opracowaniu przedstawiono i omówiono wyniki badań kontrolnych stanu termicznego hałdy Ruda w Zabrze prowadzonych w II półroczu 2020r Zakres badań obejmował: oględziny obiektu, wizja zapożarowanego terenu; badania temperatury powierzchni zwałowiska (pirometryczne/termowizyjne); badania temperatury oraz stężenia gazów (CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>), w 15 punktach pomiarowych na głębokości 1m.*

**Dokumentację otrzymali:**

1. Archiwum Zakładowe GIG,
2. Zleceniodawca,

egz. nr 1 - kategoria archiwalna "A"  
egz. nr 2

**Wypełnia Archiwum Zakładowe GIG (FT):**

Nr inwentarzowy:	
Sygnatura:	

## Spis treści

1. Podstawa opracowania.....	2
2. Cel i zakres pracy .....	2
3. Oględziny obiektu, badania termowizyjne.....	2
4 Badania wgłębne stanu termicznego .....	14
5.Wnioski wynikające z analizy stanu termicznego .....	19
6. Koncepcja prac interwencyjnych .....	19
6.1. Roboty przygotowawcze .....	19
6.2. Powierzchniowa okrywa uszczelniająca.....	20
6.3. Rowy ekranujące.....	20

## 1. Podstawa opracowania

Opracowanie zostało sporządzone na podstawie umowy nr CRU/580/2020 zawartej w dniu 11.03.2021r pomiędzy Miastem Zabrze a Głównym Instytutem Górnictwa. Przedmiotem umowy są „Badania kontrolne stanu termicznego hałdy Ruda w Zabrzu”. Symbol komputerowy pracy w GIG: 584 1023 1-333

## 2. Cel i zakres pracy

Niniejsze opracowanie stanowi sprawozdanie z badań stanu termicznego hałdy „Ruda” w Zabrzu Biskupicach prowadzonych przez Główny Instytut Górnictwa w I półroczu 2021 roku. Dokumentacja została opracowana na podstawie comiesięcznych wizji terenowych i badań termowizyjnych oraz badań wgłębnych stanu termicznego w/w obiektu.

Zakres badań obejmował

- oględziny obiektu, wizja zapożarowanego terenu;
- badania temperatury powierzchni zwałowiska (pirometryczne/termowizyjne);
- badania temperatury oraz stężenia gazów ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ), w 15 punktach pomiarowych na głębokości ok. 1m ppt.

## 3. Oględziny obiektu, badania termowizyjne

W ramach prowadzonego nadzoru w okresie w I półroczu 2020r. przeprowadzono comiesięczne wizje terenu hałdy Ruda połączone z badaniami termowizyjnymi. Badania termowizyjne wykonano za pomocą pirometrów oraz kamery termowizyjnej TESTO.

Obserwacje terenu hałdy oraz badania termowizyjne wykazały, że terenie części wierzchowiny powyżej skarpy hałdy, po zewnętrznej stronie rowu ekranującego, wykonanego w roku 2019 w ramach robót interwencyjnych, obserwuje się widoczne i postępujące symptomy rozwoju zjawisk termicznych w postaci przesychania traw i wypadu roślinności wysokiej oraz zauważalnie wyższej temperatury powierzchni hałdy, co wyraźnie widać na termogramach wykonanych w I połowie br.

Poniżej zestawiono wybór zdjęć oraz termogramów wykonanych w trakcie wizji terenowych przeprowadzonych w okresie styczeń – czerwiec 2021r.



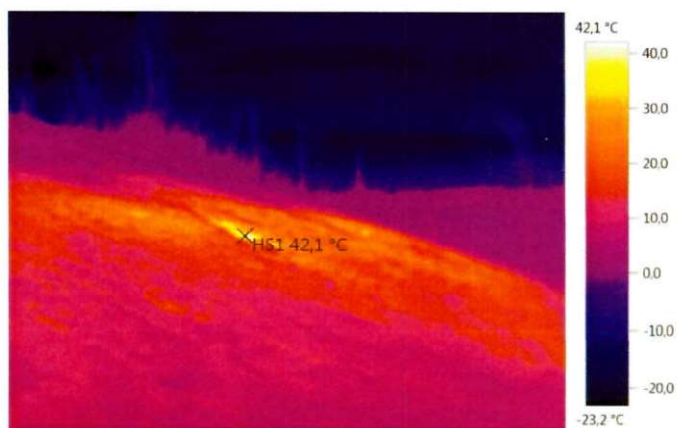


*Fig.1. Fragment wierzchowiny hałdy z widocznym wypadem drzew spowodowanym rozwijającymi się zjawiskami termicznymi w we wnętrzu nasypu (maj 2021r.)*

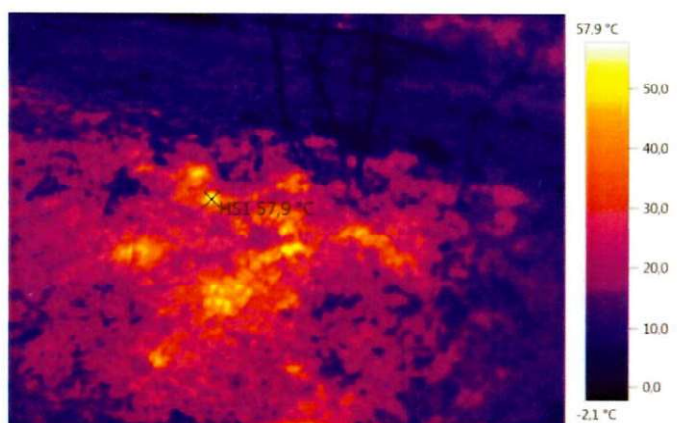


*Fig.2. Fragment wierzchowiny hałdy z widocznym wypadem drzew spowodowanym rozwijającymi się zjawiskami termicznymi w we wnętrzu nasypu (maj 2021r.)*

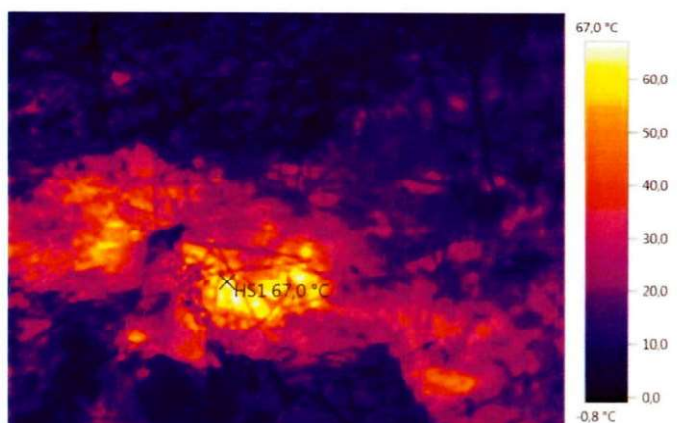




Data/Godzina/Plik  
2021-01-12/11:28:23/IR002933.BMT

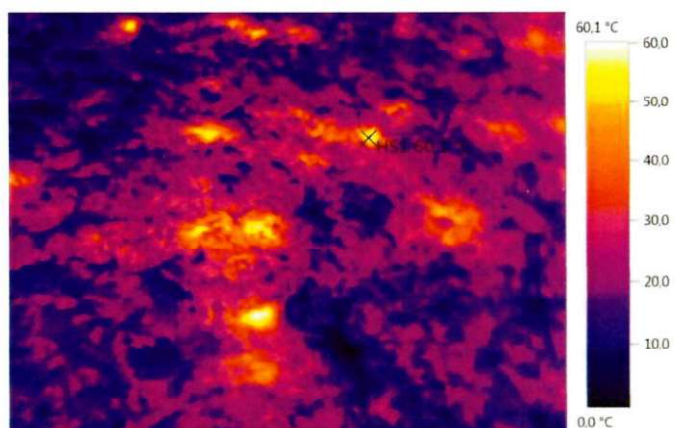


Data/Godzina/Plik  
2021-01-12/11:30:01/IR002938.BMT



Data/Godzina/Plik  
2021-01-12/11:30:40/IR002942.BMT

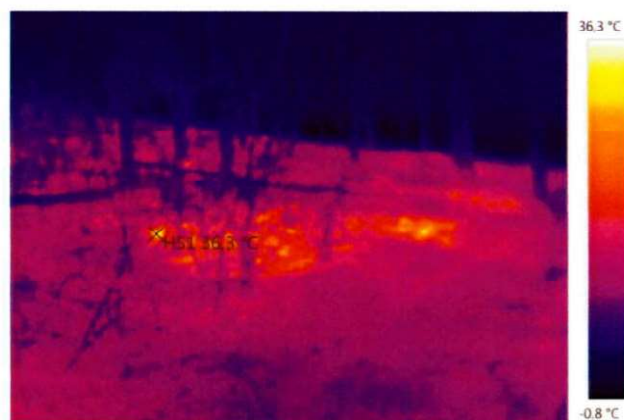




Data/Godzina/Plik  
2021-01-12/11:31:15/IR002945.BMT

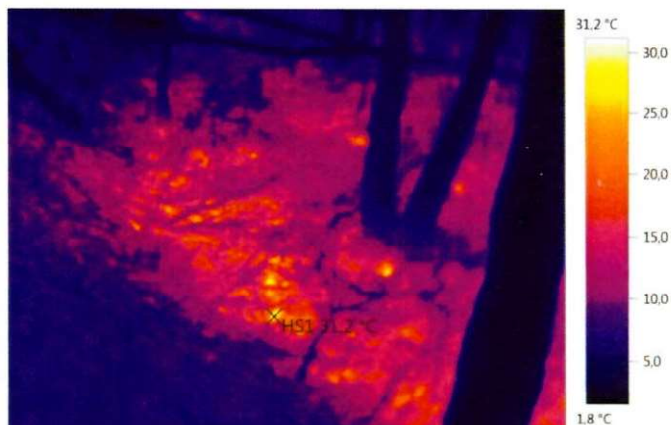


Data/Godzina/Plik  
2021-01-12/11:32:06/IR002948.BMT

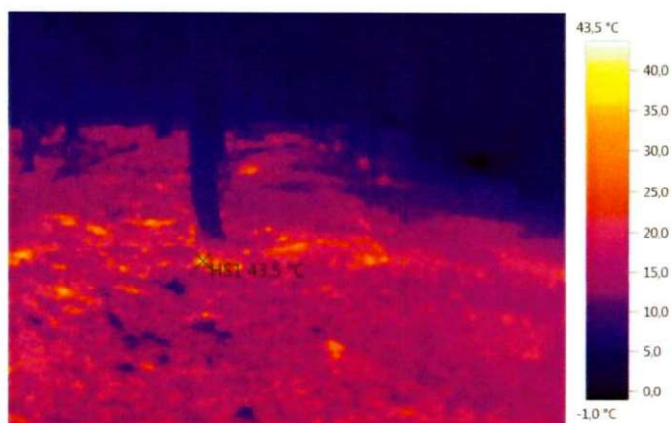


Data/Godzina/Plik  
2021-02-03/11:45:49/IR003112.BMT

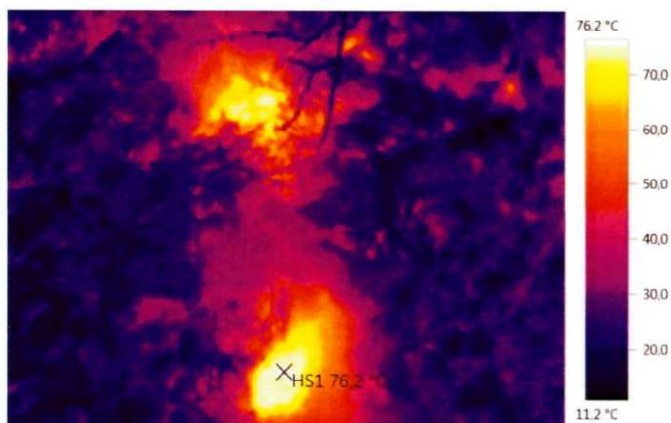




Data/Godzina/Plik  
2021-02-03/11:46:02/IR003114.BMT

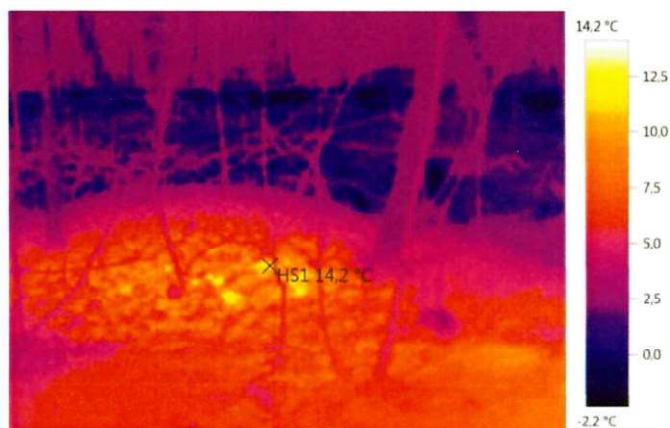


Data/Godzina/Plik  
2021-02-03/11:46:51/IR003118.BMT

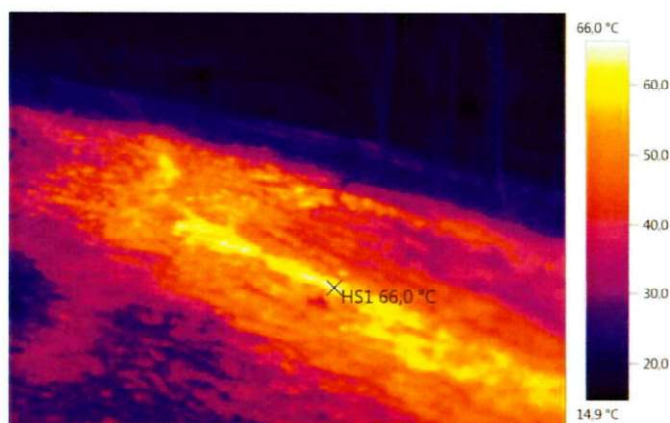


Data/Godzina/Plik  
2021-02-03/11:47:51/IR003122.BMT

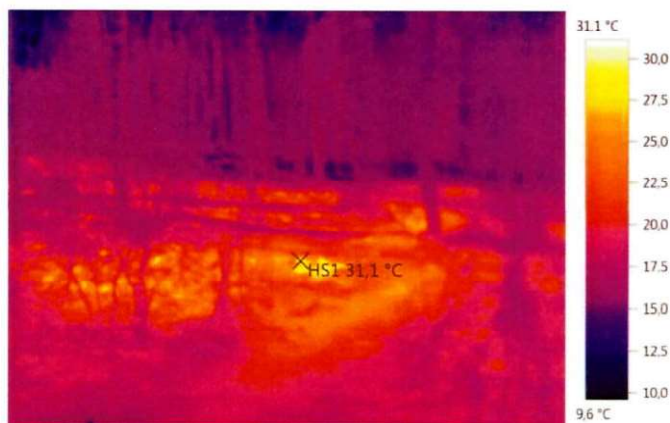




Data/Godzina/Plik  
2021-02-03/11:49:05/IR003126.BMT

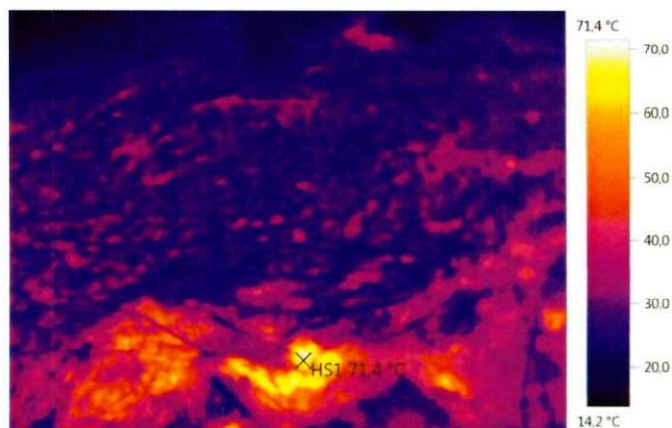


Data/Godzina/Plik  
2021-03-26/16:19:37/IR003654.BMT

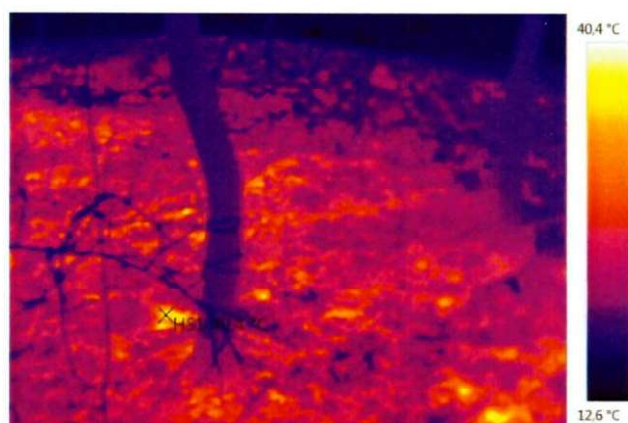


Data/Godzina/Plik  
2021-03-26/16:21:25/IR003660.BMT

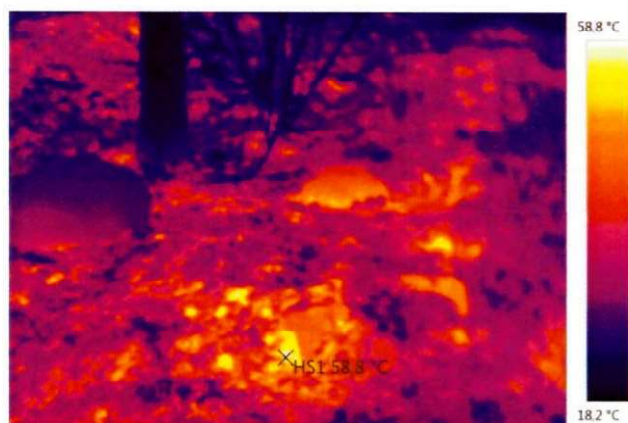




Data/Godzina/Plik  
2021-03-26/16:22:48/IR003664.BMT

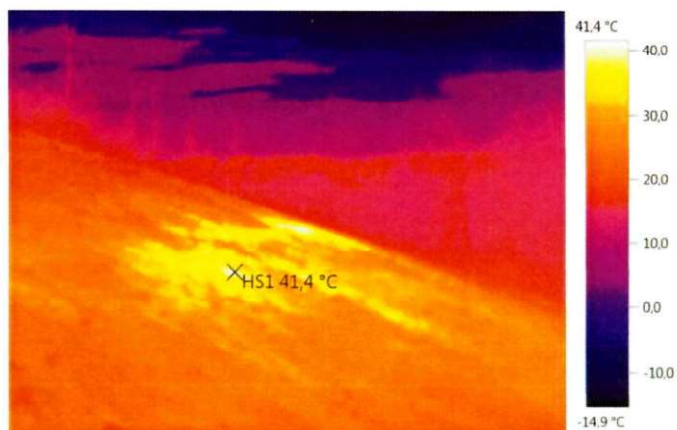


Data/Godzina/Plik  
2021-03-26/16:23:49/IR003667.BMT



Data/Godzina/Plik  
2021-03-26/16:25:14/IR003672.BMT

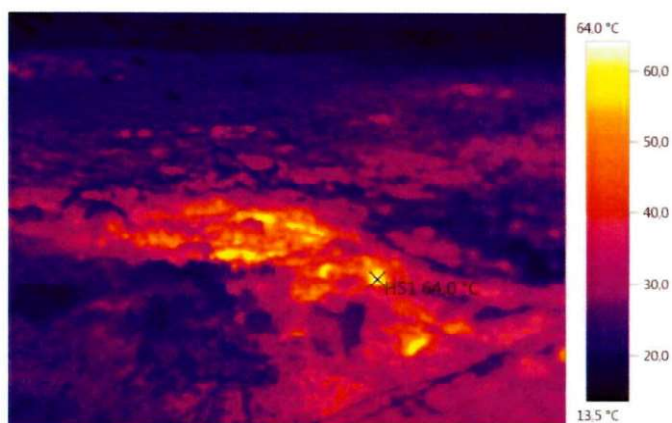




Data/Godzina/Plik:  
2021-04-20/15:07:03/IR004224.BMT

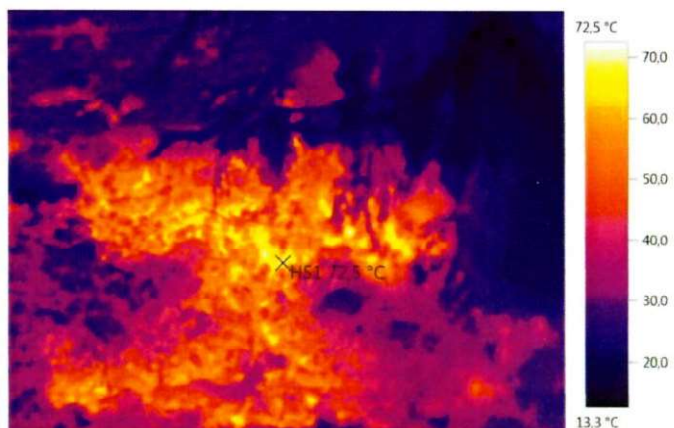


Data/Godzina/Plik  
2021-04-20/15:08:11/IR004227.BMT

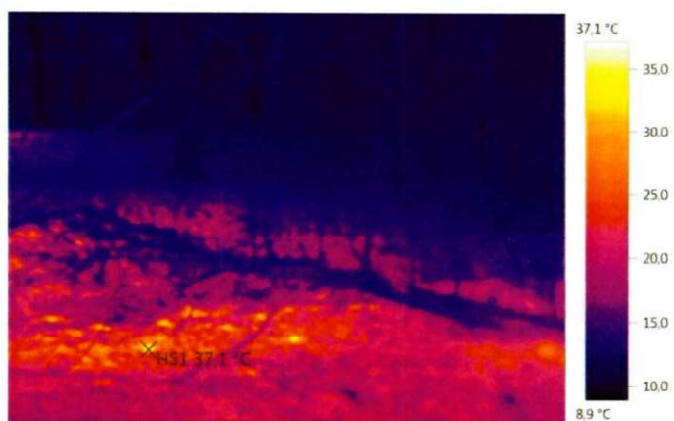


Data/Godzina/Plik  
2021-04-20/15:08:51/IR004232.BMT

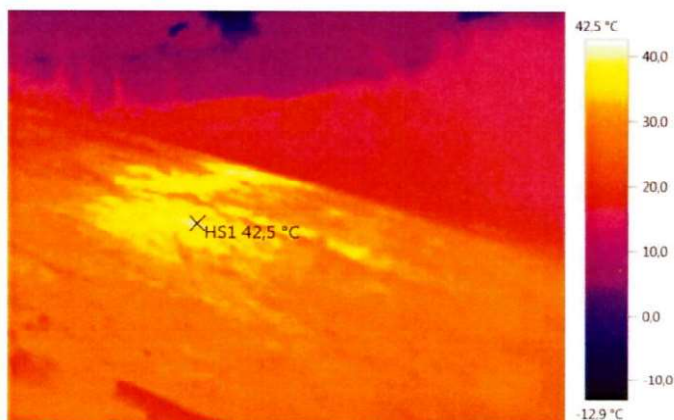




Data/Godzina/Plik  
2021-04-20/15:09:24/IR004236.BMT

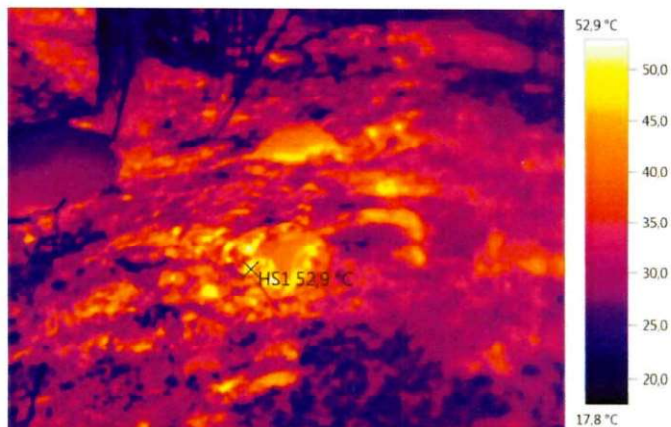


Data/Godzina/Plik  
2021-04-20/15:09:59/IR004239.BMT

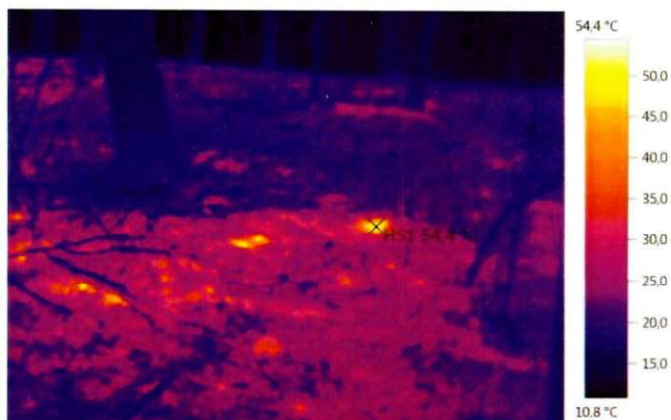


Data//Godzina/Plik  
2021-05-06/16:42:13/IR004602.BMT

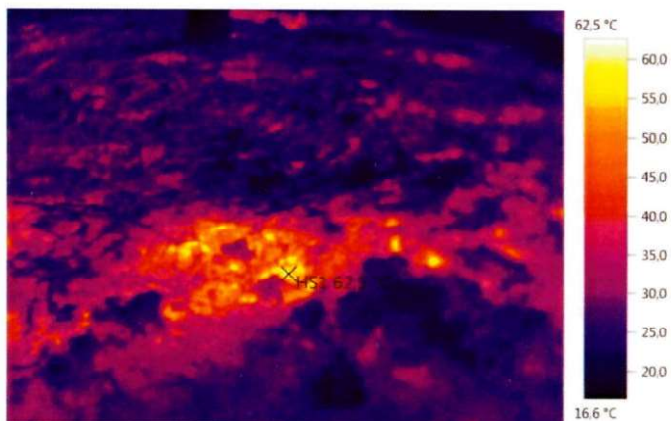




Data/Godzina/Plik  
2021-05-06/16:46:18/IR004612.BMT

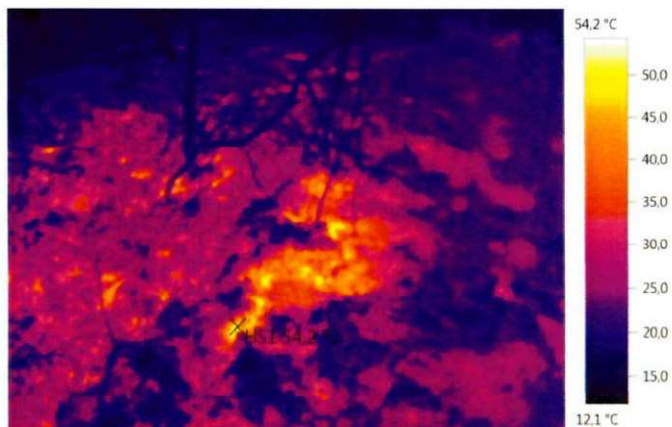


Data/Godzina/Plik:  
2021-05-06/16:46:46/IR004614.BMT

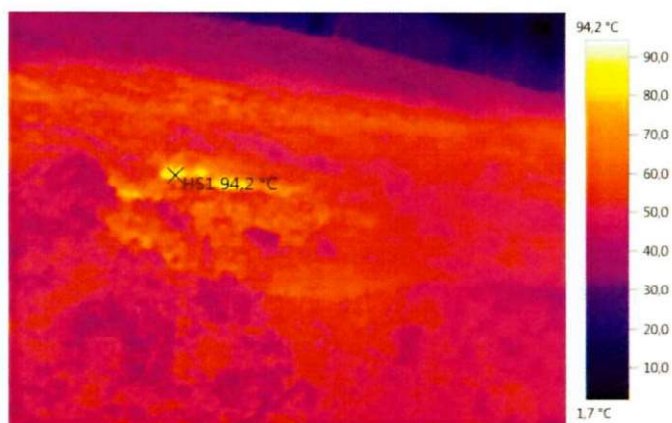


Data/Godzina/Plik  
2021-05-06/16:47:24/IR004618.BMT

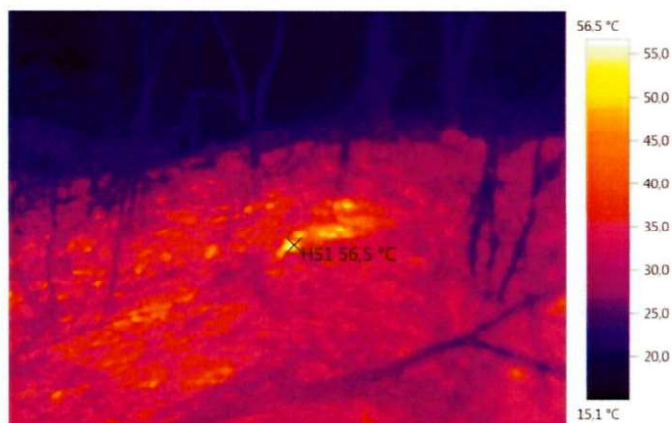




Data/Godzina/Plik  
2021-05-06/16:48:15/IR004623.BMT

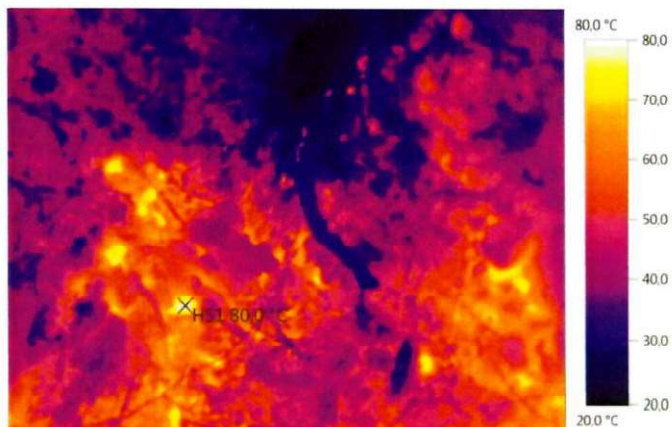


Data/Godzina/Plik  
2021-06-01/15:41:14/IR004760.BMT

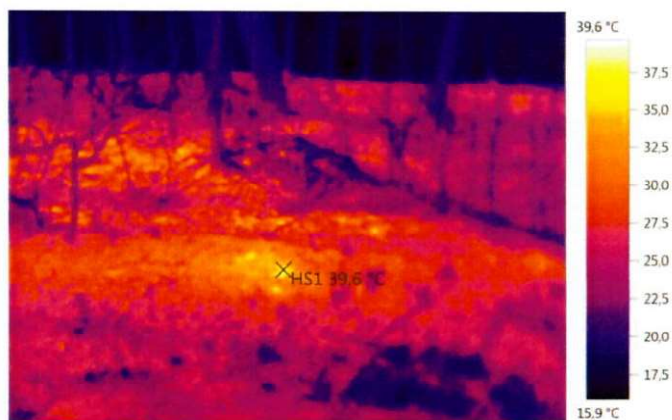


Data/Godzina/Plik  
2021-06-01/15:42:55/IR004765.BMT

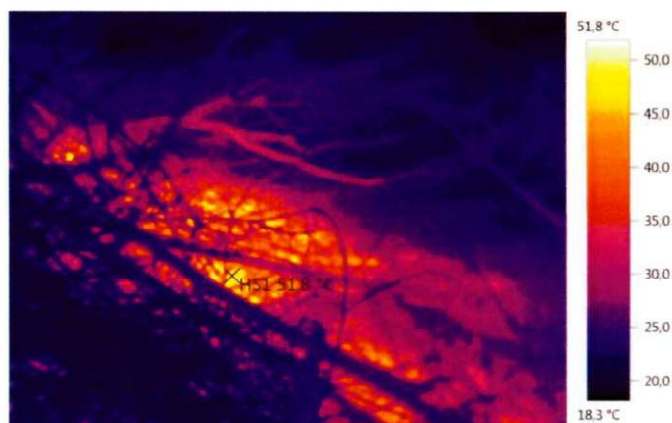




Data/Godzina/Plik  
2021-06-01/15:43:24/IR004768.BMT



Data/Godzina/Plik  
2021-06-01/15:43:32/IR004770.BMT



Data/Godzina/Plik  
2021-06-01/15:49:05/IR004793.B

## 4 Badania wglębne stanu termicznego

Badania wglębne stanu termicznego przeprowadzono w miesiącach marcu i maju br. Lokalizację punktów pomiarowych i otworów rozpoznawczych pokazano na poniższych rysunkach. Wyniki badań zestawiono w tablicach 1 i 2.

*Tablica 1. Wyniki badań stanu termicznego hałdy Ruda w dniu 23.03.2021r.*

Lp	Nr punktu	Temperatura powierzchni	Temperatura wnętrza	Zawartość tlenku węgla	Zawartość dwutlenku węgla	Zawartość tlenu
		T <sub>p</sub> , °C	T <sub>w</sub> , °C	CO, %	CO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %
1	P1	36	46,6	0,02	1,13	19,6
2	P2	39	53,1	0,00	1,11	19,6
3	P3	58	61,2	0,05	3,03	17,5
4	P4	65	72,3	0,23	9,98	9,5
5	P5	69	70,9	0,45	10,32	9,1
6	P6	59	68,8	0,36	11,40	8,0
7	P7	63	72,1	0,03	12,22	7,1
8	P8	59	66,5	0,87	8,40	11,4
9	P9	48	59,7	0,11	4,70	15,6
10	P10	51	63,3	0,01	4,19	16,1
11	P11	40	54,3	0,00	2,71	17,8
12	P12	34	43,8	0,00	5,45	14,7
13	P13	31	46,1	0,01	1,31	19,4
14	P14	30	38,9	0,00	1,89	18,8
15	P15	24	35,8	0,00	0,84	19,9





Fig. 3. Lokalizacja punktów pomiarowych w miesiącu marcu 2021r.



*Tablica 2. Wyniki badań stanu termicznego hałdy Ruda w dniu 06.05.2021r.*

Lp	Nr punktu	Temperatura powierzchni	Temperatura wnętrza	Zawartość tlenku węgla	Zawartość dwutlenku węgla	Zawartość tlenu
		Tp, °C	Tw, °C	CO, %	CO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %
1	P1	38	43,2	0,02	1,45	19,2
2	P2	34	36,6	0,03	3,33	17,1
3	P3	39	49,1	0,00	8,38	11,4
4	P4	51	56,8	0,12	6,45	13,7
5	P5	59	69,1	0,19	10,54	8,9
6	P6	70	72,3	0,36	17,40	1,2
7	P7	68	67,8	0,22	17,96	0,5
8	P8	43	51,3	0,01	11,99	7,3
9	P9	50	53,7	0,00	10,66	8,7
10	P10	72	77,3	0,66	12,98	6,1
11	P11	75	79,1	0,25	16,97	2,0
12	P12	38	46,6	0,02	13,03	6,1
13	P13	46	58,2	0,00	9,49	10,1
14	P14	40	44,2	0,00	1,50	19,2
15	P15	37	47,0	0,00	1,21	19,5



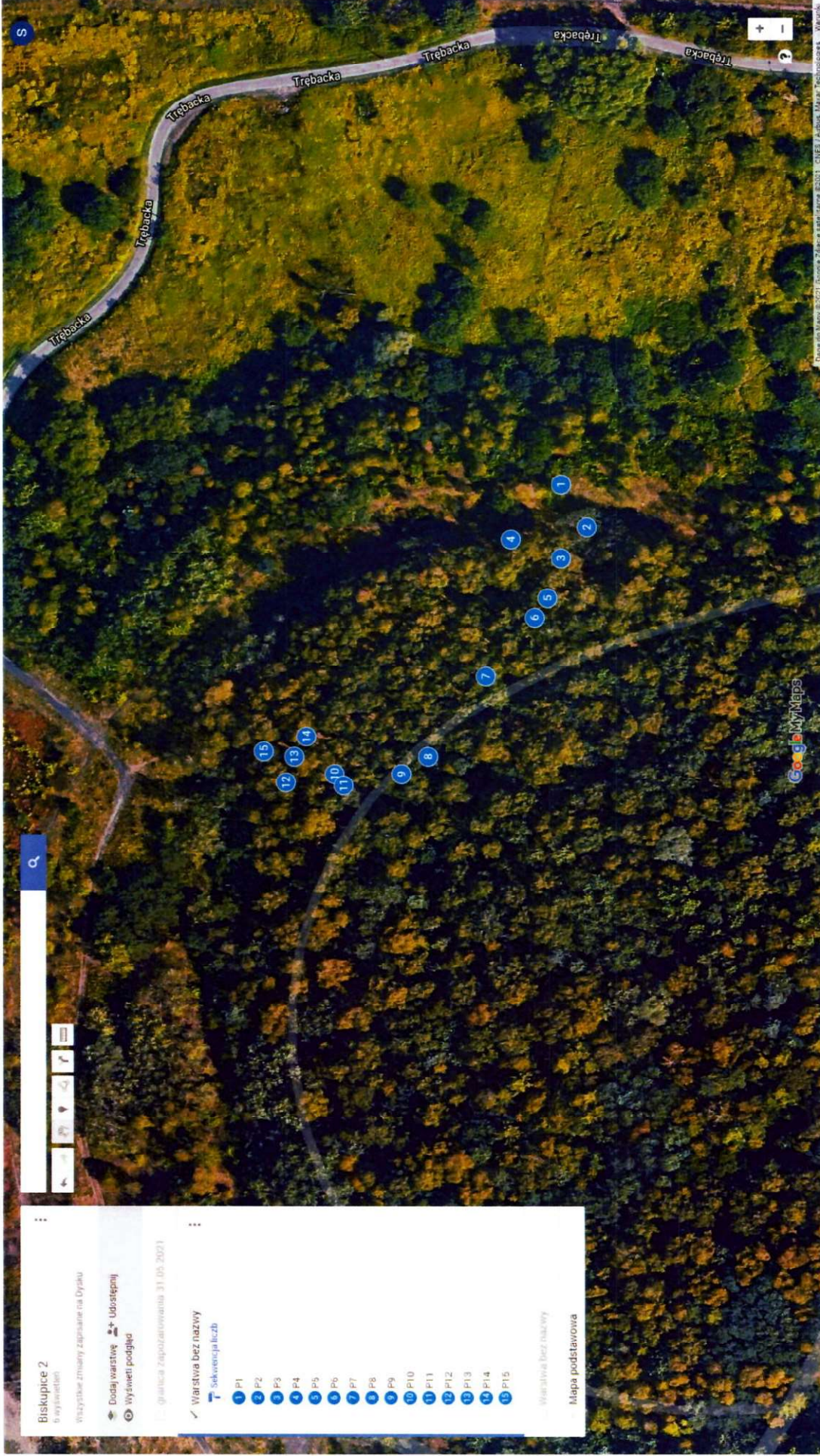


Fig. 4. Lokalizacja punktów pomiarowych w miesiącu marcu 2021r



Wykonane w I połowie br. badania wgłębne stanu termicznego skoncentrowano głównie w rejonie wierzchowiny hałdy, po zewnętrznej (południowo-zachodniej) stronie rowu ekranującego, wykonanego w ramach robót interwencyjnych w roku 2019. Wyniki badań wyraźnie wskazują na rozwój zjawisk termicznych w tej części obiektu. Temperatury wnętrza hałdy na głębokości ok. 1 m ppt. osiągały wartości rzędu kilkudziesięciu stopni Celsjusza a w atmosferze wnętrza nasypu lokalnie stwierdzono obecność tlenku węgla, tj. gazu będącego swego rodzaju markerem występowania zjawisk pożarowych.



*Fig. 5. Obszar aktywny termiczne (czerwiec 2021r.)*



## 5. Wnioski wynikające z analizy stanu termicznego

- a) Z przeprowadzonych badań wynika, że na wierzchowinie obiektu, po zewnętrznej (południowo-zachodniej) stronie wykonanego w roku 2019 rowu ekranującego, na wierzchowinie hałdy, we wnętrzu nasypów rozwijają się zjawiska termiczne, których zasięg stopniowo się zwiększa i migruje w kierunku południowym. W trakcie obu serii badań wgłębnych, w punktach pomiarowych zlokalizowanych w tym rejonie obiektu, notowano temperatury nasypu na głębokości 1 m na poziomie 60-80 °C oraz lokalnie obecność tlenku węgla w atmosferze wnętrza nasypu (Tab. 1, 2). Widocznymi symptomami rozwoju zjawisk termicznych w tym rejonie hałdy jest wysychanie i obumieranie roślinności.
- b) Obserwowany rozwój zjawisk termicznych oraz ich migracja w kierunku zalesionej części hałdy wymagają niezwłocznego podjęcia działań interwencyjnych, mających na celu ograniczenie rozprzestrzeniania się tych zjawisk i zabezpieczenie rejonów hałdy nieaktywnych termicznie. Obecnie sprawą priorytetową jest zabezpieczenie przed rozprzestrzenianiem się ognisk pożarowych na wierzchowinie obiektu. Ponadto w celu minimalizacji emisji gazów i odorów zaleca się przykrycie zapożarowanych rejonów hałdy powierzchniową okrywą izolacyjną
- c) Ze względu na lokalizację obiektu (sąsiedztwo zabudowań mieszkalnych) oraz dynamikę zachodzących zjawisk pożarowych, wyklucza się wykonanie rozbiórki rejonu objętego pożarem.

## 6. Koncepcja prac interwencyjnych

W ramach działań gaśniczo – zabezpieczających na hałdzie Ruda w Zabrze przewiduje się oddzielenie strefy intensywnych zjawisk pożarowych na wierzchowinie obiektu w jego części północno-wschodniej od pozostałej powierzchni wierzchowiny za pomocą rowów ekranujących oraz przykrycie aktywnego termicznie rejonu hałdy za pomocą powierzchniowej okrywy uszczelniającej wykonanej z materiału mineralnego niezawierającego części palnych. Rowy ekranujące wypełnione zostaną mieszanką „środka uszczelniającego” w postaci materiału drobnoziarnistego uszczelniającego. Plan realizacji robót interwencyjnych naniesiony został na fragment ortofotomapy.

### 6.1. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do zasadniczych prac interwencyjnych należy wyznaczyć geodezyjnie obszar robót oraz wytyczyć trasę ekranów zabezpieczających.

Przed przystąpieniem do wykonywania powierzchniowej okrywy uszczelniającej z obszaru objętego robotami należy usunąć drzewa i krzewy.

## 6.2. Powierzchniowa okrywa uszczelniająca

W celu zabezpieczenia nasypów hałdy przed zasysaniem powietrza w trakcie wykonywania wykopu pod rów ekranujący w pierwszej kolejności na terenie pożarowiska zostaną wykonane rowy ekranujące. Następnie zostanie wykonana powierzchniowa okrywa uszczelniająca, w postaci rozścielonej i zagęszczonej warstwy o miąższości 0,5 m, wykonanej z materiału mineralnego niezawierającego części palnych. Materiałem do wykonania powierzchniowej okrywy uszczelniającej może być zarówno grunt o charakterze piasku gliniastego, glin, mułowców, iłów piaszczystych itp., pochodzenia naturalnego lub sztucznego. Na powierzchni hałdy materiał tworzący okrywę uszczelniającą należy układać warstwami 0,3 m z zagęszczeniem każdej układanej warstwy. Zagęszczanie należy prowadzić w warunkach zbliżonych do wilgotności optymalnej zagęszczanego materiału, przy konsystencji półzwałowej lub twardoplastycznej, aż do uzyskania wskaźnika zagęszczenia  $Is=0,92$ .

## 6.3. Rowy ekranujące

Wykopy pod rowy ekranujące zostaną wykonane na wierzchowinie hałdy w kwadratach o bokach ok. 50m. Przebieg ekranu zostanie wytyczony bezpośrednio przed rozpoczęciem robót. Przekrój wykopu powinien być w miarę możliwości zbliżony do rombu.

Parametry rowu:

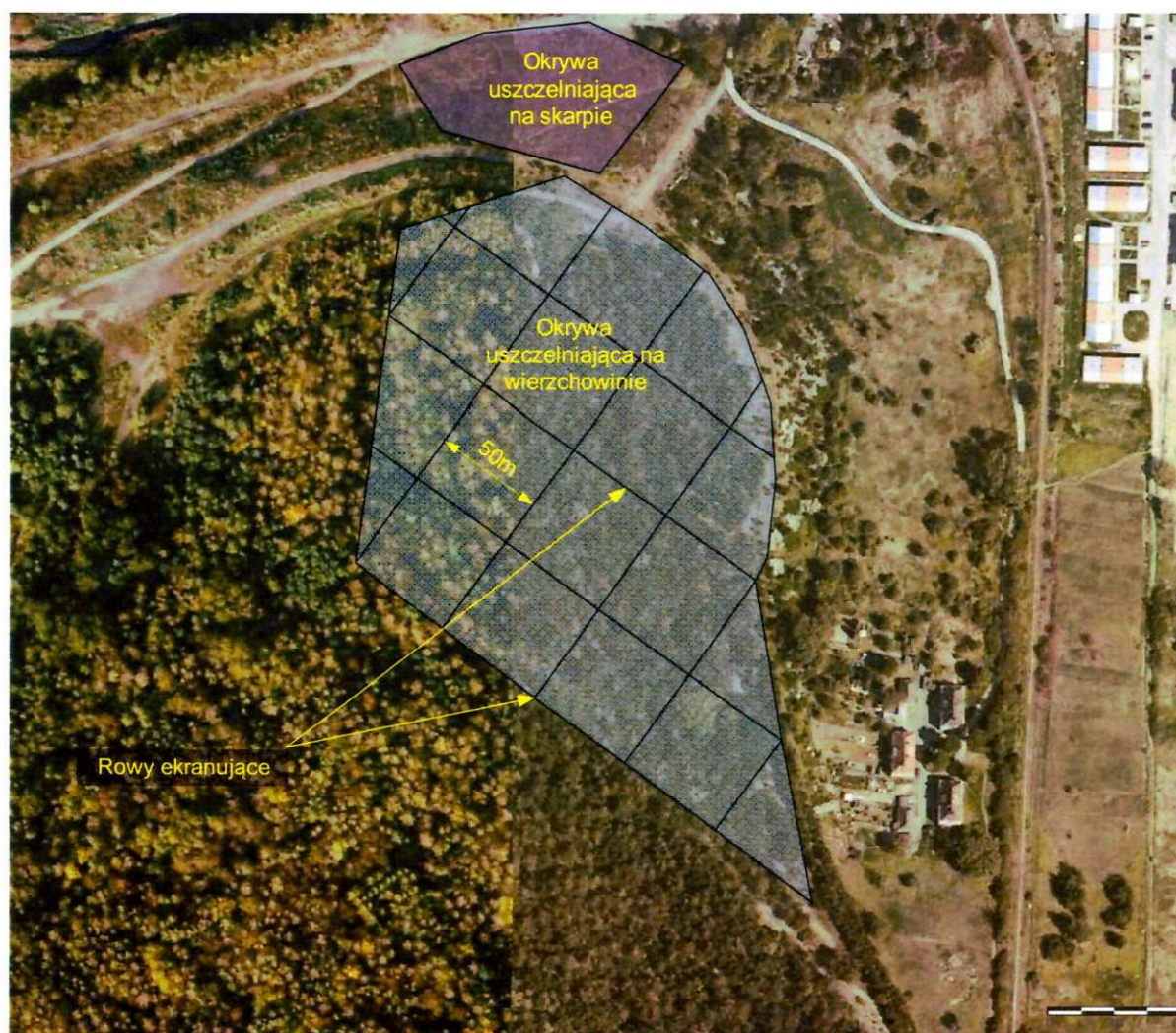
- szerokość dna rowu ok.: 1,0 m
- szerokość górnej krawędzi rowu ok.: 5,0 m
- głębokość wykopu ok.: 9,0 m

Wykop należy wypełnić materiałem mineralnym uszczelniającym (drobnoziarnistym), niezawierającym części palnych. Wybór materiału uszczelniającego leży w gestii kierownika robót.

Wykop należy wykonywać krótkimi odcinkami maksymalnie 5 m z natychmiastowym wypełnianiem materiałem uszczelniającym. Po wypełnieniu odcinka rowu należy wykonać kolejny odcinek, pozostawiając odstęp o długości 1 m od uprzednio wypełnionego odcinka wykopu. Po zestaleniu się materiału uszczelniającego w poszczególnych odcinkach rowu w miejscach odstępów należy wykonać wykopy i wypełnić je materiałem uszczelniającym, tak aby zapewnić ciągłość ekranu.

Ukopany materiał wykazujący aktywność termiczną należy przetransportować na plac technologiczny i poddać dogaszaniu przy użyciu środka gaśniczo-uszczelniającego. Nieaktywny termicznie materiał pochodzący z wykopów rowów oraz materiał dogaszony na placu technologicznym należy rozścielić na wierzchowinie hałdy, w rejonach nieaktywnych termicznie (korzystnie w lokalnych obniżeniach występujących na wierzchowinie), warstwą o miąższości maksymalnie 0,3 m a następnie zagęścić do wskaźnika zagęszczenia  $Is=0,92$





*Fig. 6. Plan sytuacyjny z zakresem robót objętych koncepcją*