

# WYKORZYSTANIE FOTOGRAMETRII NISKIEGO PUŁAPU W BADANIACH OSUWISK



*„Modele czasowo-przestrzenne rozwoju osuwisk  
na podstawie danych fotogrametrycznych”*

Projekt badawczy realizowany w:  
Państwowym Instytucie Geologicznym- Państwowym Instytucie Badawczym





# Definicje i przepisy

**U**nmanned **A**erial **V**ehicles = bezzałogowy statek powietrzny

**U**nmanned **A**erial **S**ystem = bezzałogowy system powietrzny

**VLOS** – lot w zasięgu wzroku

**BVLOS** – lot poza zasięgiem wzroku

**UAVO** – świadectwo kwalifikacji dla lotów innych niż rekreacyjne i sportowe

# DJI Phantom 4 Advance

- Waga: **1,4 kg**
- Kamera: **4 K, 20 megapikseli**
- Czas lotu: **28 minut**
- Zasięg: **7 km (3,5 km w UE)**
- **Lot autonomiczny**



# Metodyka

## Planowanie misji lotniczej

DJI GS PRO, ArcGIS, GoogleEarth



## Wykonanie nalogu

DJI GO, DJI GS PRO, DroneRadar, pomiar osnowy



## Opracowanie wyników

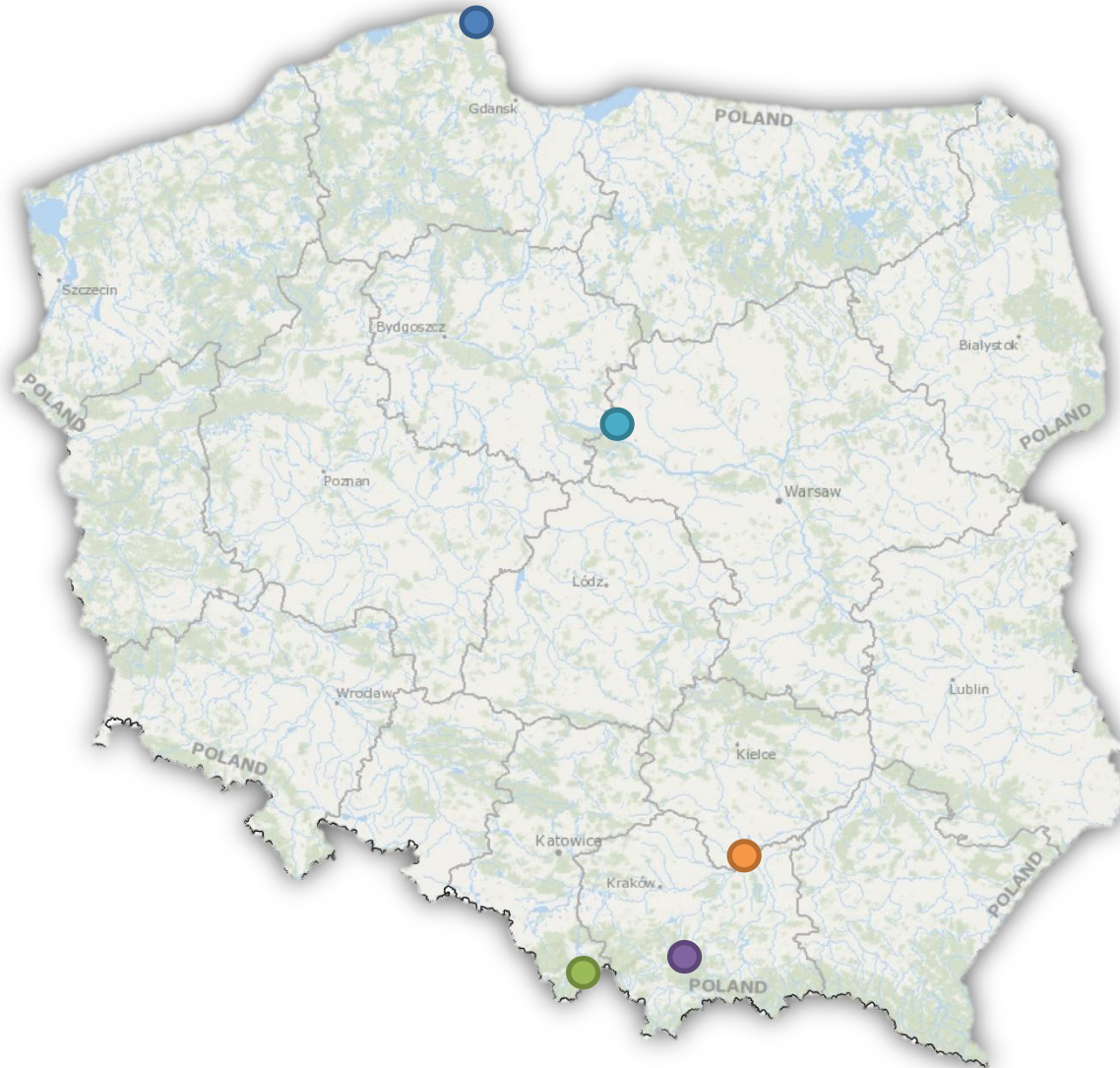
AgisoftPhotoScan, UASMaster, ArcGIS, GlobalMapper

- wybór osuwiska
- sprawdzenie dostępności przestrzeni powietrznej
- zaplanowanie nalogu: pokrycie podłużne, pokrycie poprzeczne, wysokość lotu, GSD, czas lotu itd.
- zaplanowanie osnowy fotogrametrycznej

- powiadomienie odpowiednich służb: FIS, straż graniczna itp.
- pomiar fotopunktów
- lot autonomiczny pod stałą kontrolą operatora

- opracowanie fotogrametryczne: kalibracja kamery, utworzenie bloku zdjęć w oparciu o fotopunkty.
- wygenerowanie NMT
- wygenerowanie ortomozaiki
- obliczenie modeli różnicowych
- wyznaczenie poziomych wektorów przemieszczeń

# Obszar badań



Jastrzębia Góra

Dobrzyń nad Wisłą

hałda pokopalniana

Morsko

Milówka

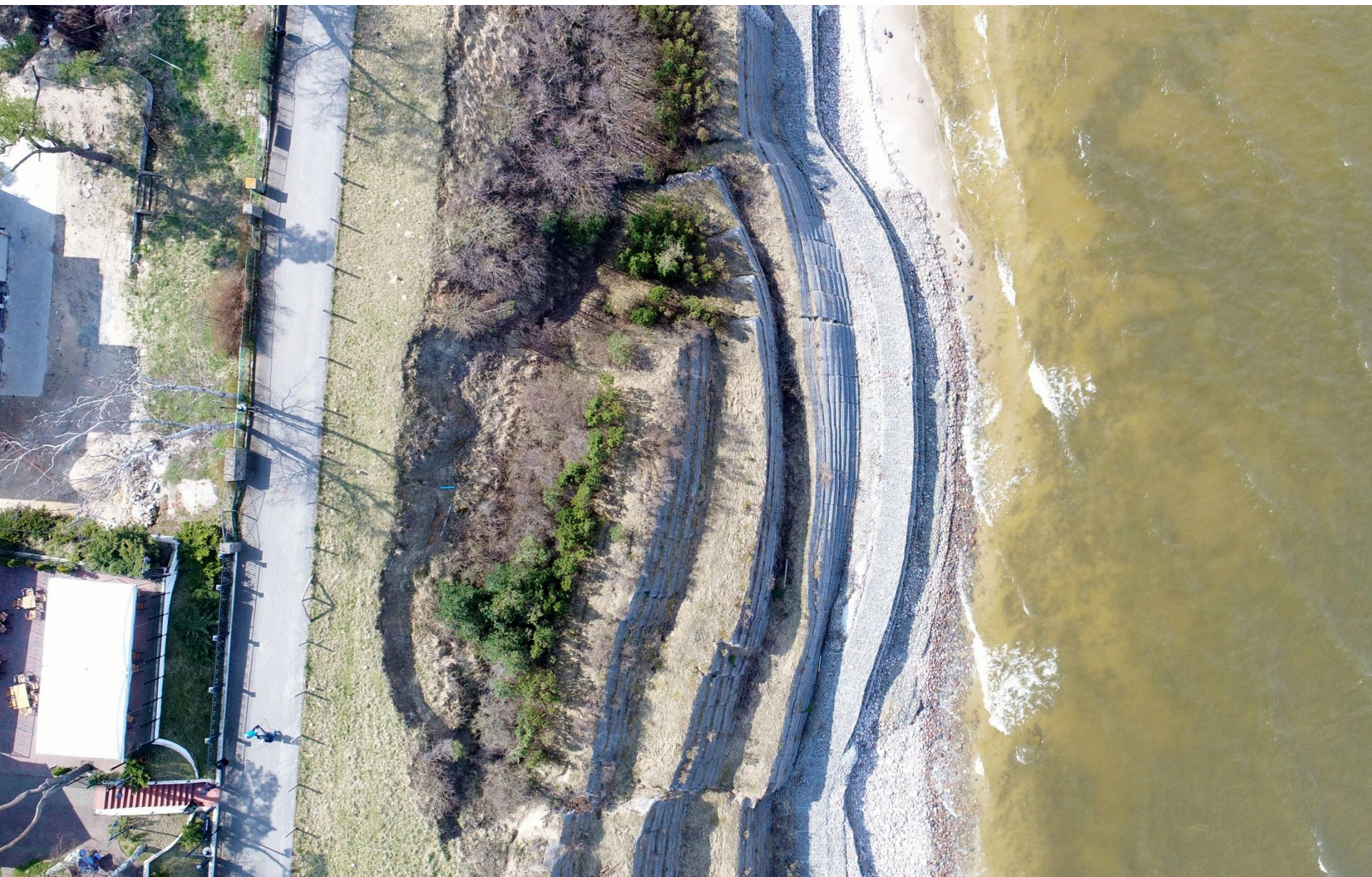
Kasinka Mała





# Obszar badań

Jastrzębia Góra







# Obszar badań

Dobrzyń nad Wisłą



Góra Zamkowa





# Obszar badań

Osuwisko na zwałowisku



kierunek zsuwu



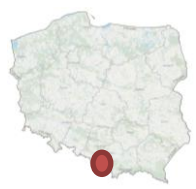


# Obszar badań

Morsko







# Obszar badań

Milówka

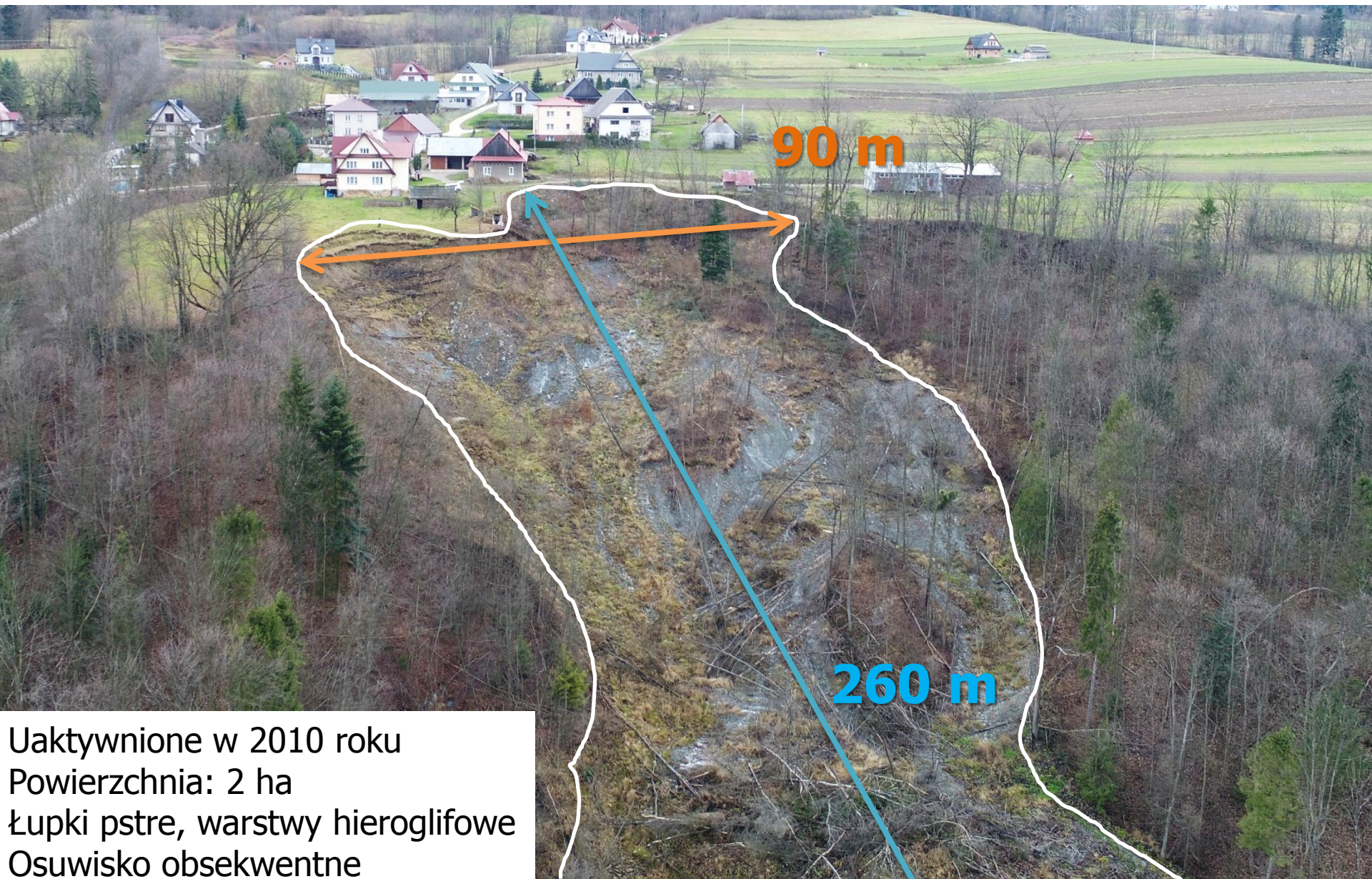








# Osuwisko w Kasince Małej



Uaktywnione w 2010 roku  
Powierzchnia: 2 ha  
Łupki pstre, warstwy hieroglifowe  
Osuwisko obsekwentne



# Osuwisko w Kasince Małej





# Chmura punktów i NMT



Data nalotu	GSD	H nalotu	Chmura punktów (Pkt/m <sup>2</sup> )	Osnowa	NMT
28.11.2017	1,7 cm	69 mnpt	221	17 (s)	6,7 cm = 10 cm
24.03.2018	2,1 cm	81 mnpt	144	18 (s)	8,3 cm = 10 cm
24.04.2018	2,1 cm	77 mnpt	170	10 (s)	7,6 cm = 10 cm



# Ortomozaika



**28.11.2017**



**24.03.2018**



**24.04.2018**



# Przemieszczenia poziome

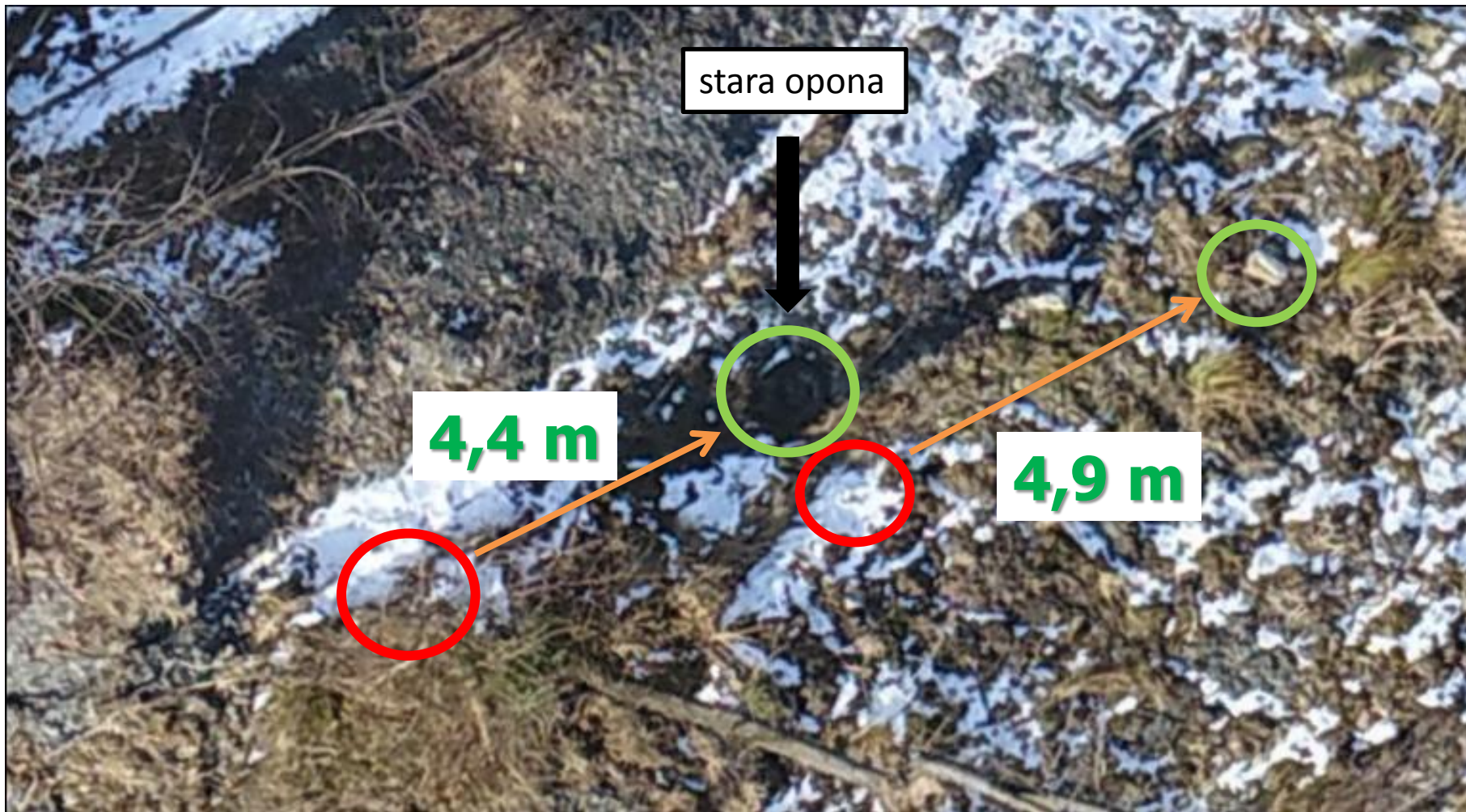


**28.11.2017** ○

piksel 2 cm



# Przemieszczenia poziome



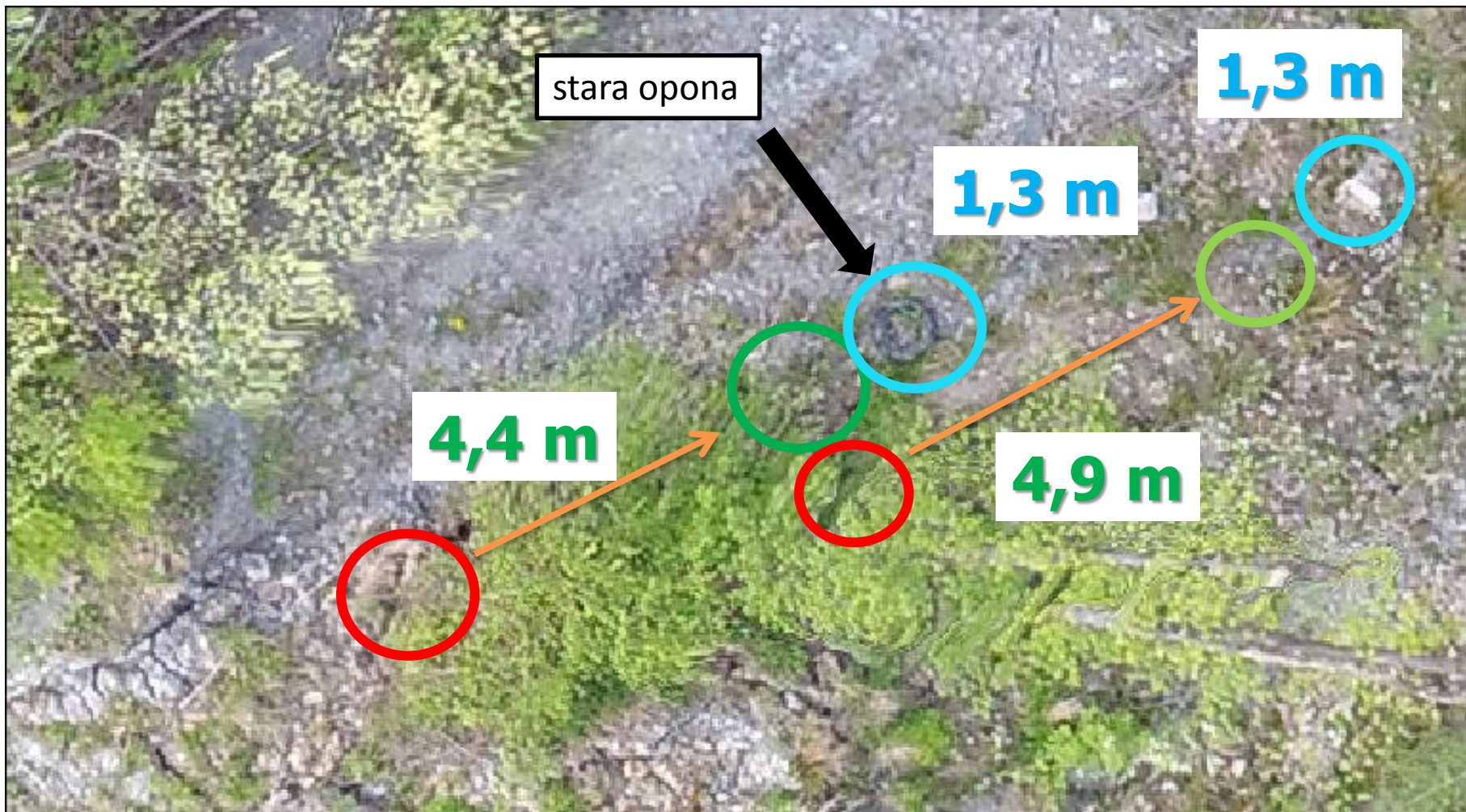
28.11.2017 ○

24.03.2018 ○

piksel 2 cm



# Przemieszczenia poziome



**28.11.2017** ○

**24.03.2018** ○

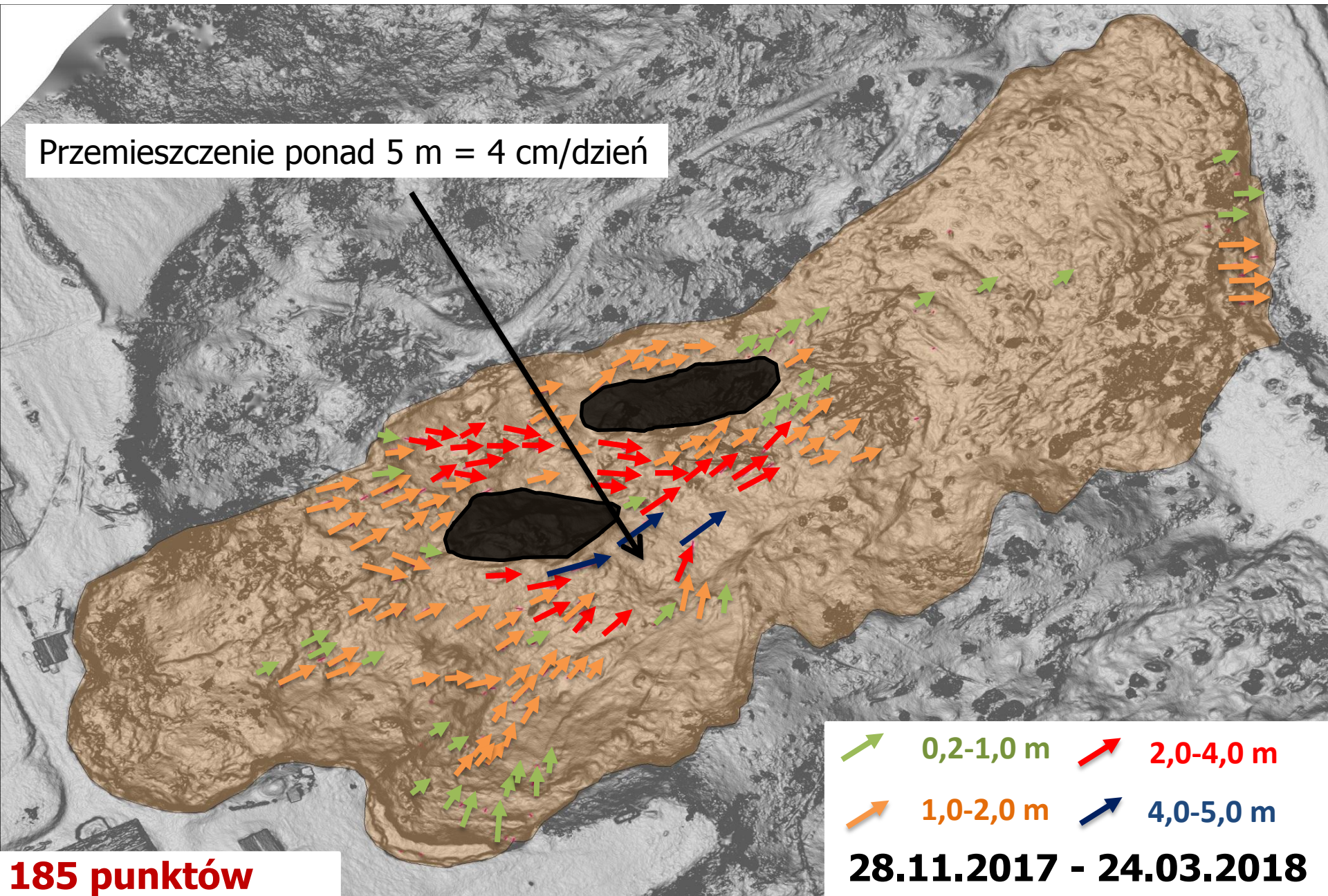
**24.04.2018** ○

piksel 2 cm



# Przemieszczenia poziome

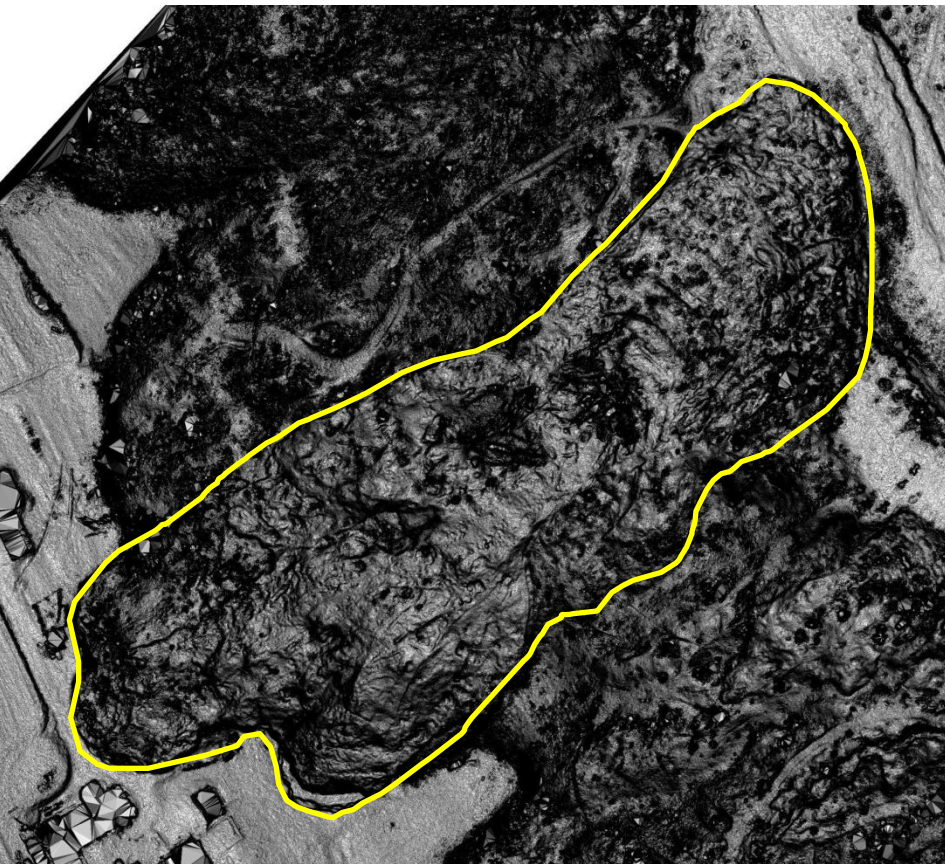
Przemieszczenie ponad 5 m = 4 cm/dzień



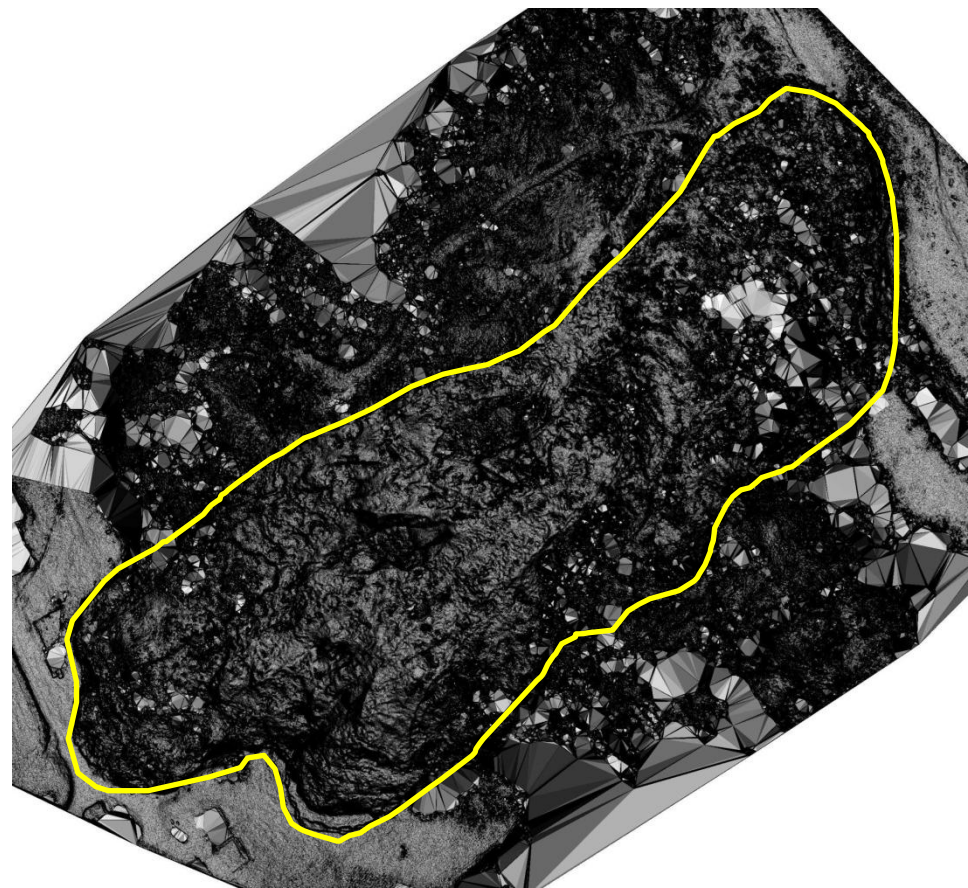
185 punktów



# Przemieszczenia pionowe



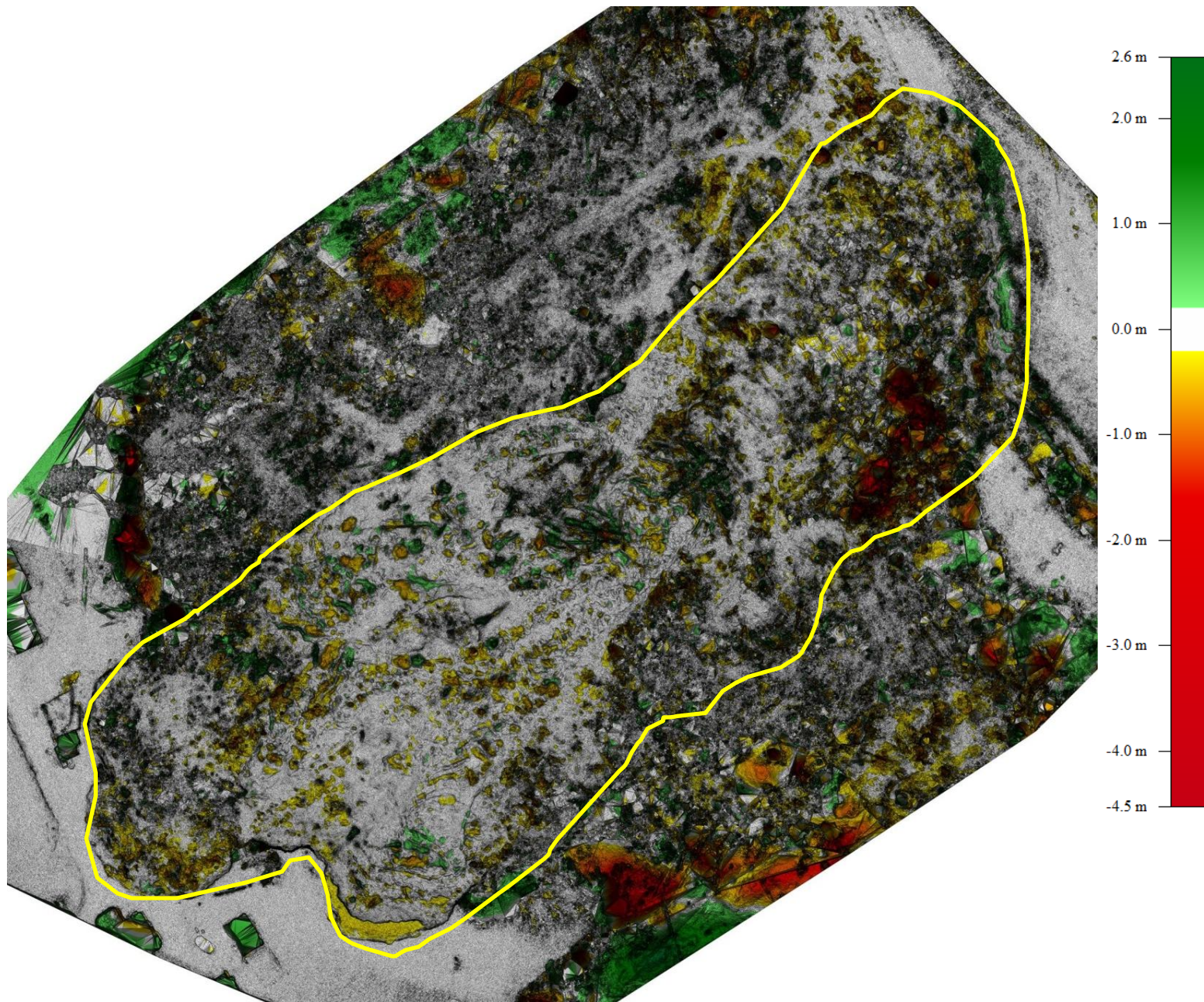
24.03.2018



28.11.2017

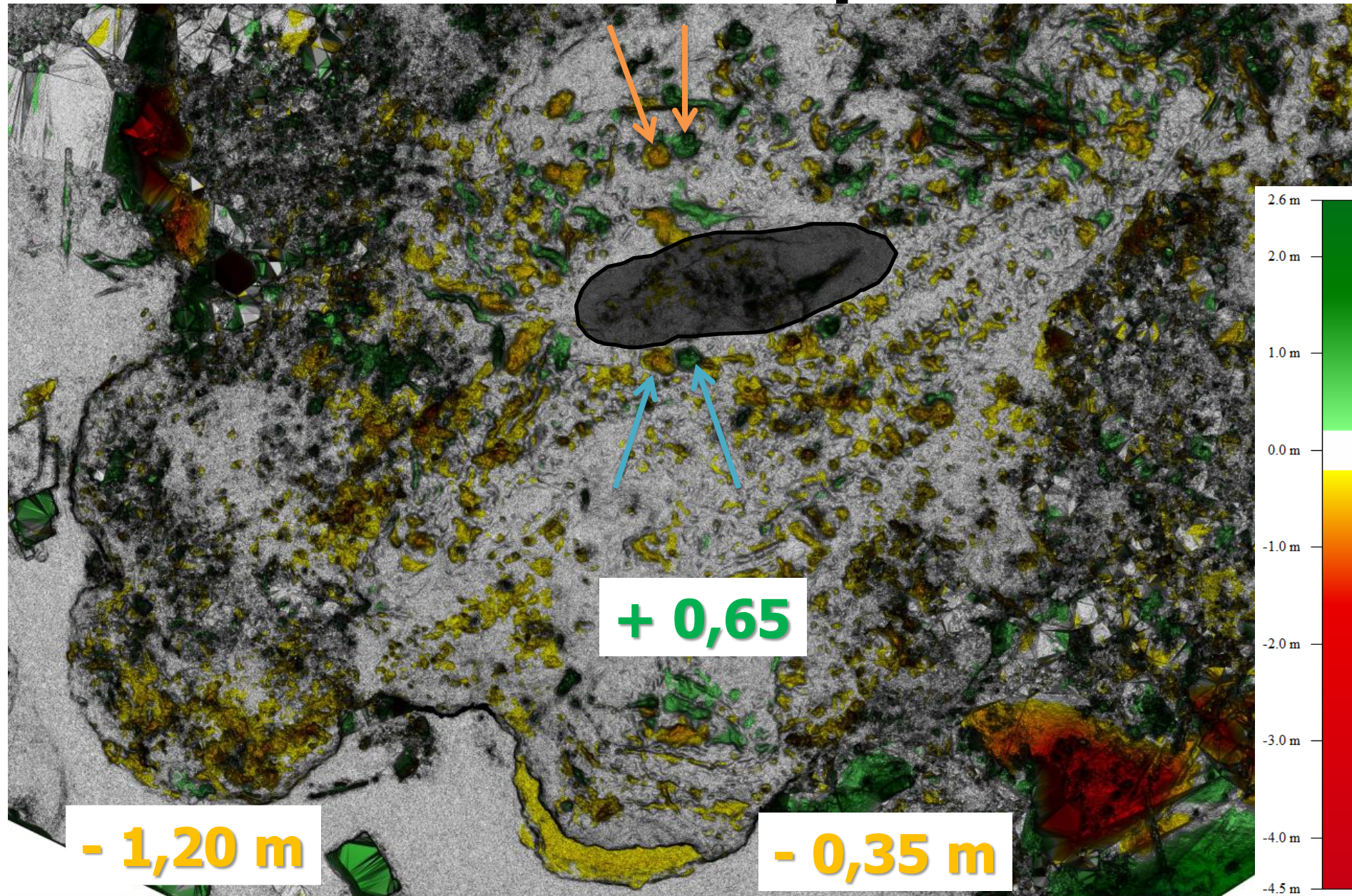


# Przemieszczenia pionowe





# Przemieszczenia pionowe





# Dokładność

Agisoft Photoscan

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
kas5	-0.902192	-1.44523	-0.643495	1.82119	0.089 (25)
kas6	0.165413	2.33919	-0.3363	2.36902	0.147 (56)
kas8	-0.340243	0.855617	0.779725	1.20657	0.156 (55)
kas10	-1.92187	0.733954	-0.78637	2.20242	0.182 (58)
kas1	1.30134	-1.12544	1.07397	2.02818	0.174 (42)
kas2	1.70633	2.5224	-0.919394	3.18109	0.216 (49)
kas4	-2.11899	-1.32747	-0.135879	2.50415	0.165 (55)
kas3	0.631944	-2.11864	0.374558	2.24238	0.313 (41)
kasosnowa5	-0.392383	0.81798	-0.598377	1.08679	0.164 (24)
kasosnowa01	1.88143	-1.26561	1.21667	2.57329	0.213 (21)
<b>Total</b>	<b>1.33562</b>	<b>1.58057</b>	<b>0.758242</b>	<b>2.20387</b>	<b>0.190</b>

Table 5. Control points.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
kas7	-1.97416	2.28913	-6.7307	7.37833	0.228 (58)
kas9	-2.88034	3.12507	-6.89541	8.09994	0.190 (63)
kas11	0.826087	-1.89626	-2.4849	3.23311	0.143 (32)
<b>Total</b>	<b>2.07172</b>	<b>2.49012</b>	<b>5.74525</b>	<b>6.5955</b>	<b>0.197</b>

Table 6. Check points.





# PODSUMOWANIE

1. Wykorzystanie dronów w badaniach osuwisk ma sens w przypadku opracowań lokalnych - tryb interwencyjny, monitoring.
2. **Stosowanie naziemnej osnowy fotogrametrycznej umożliwia wygenerowanie produktów z centymetrową dokładnością.**
3. **Fotogrametria niskiego pułapu pozwala prowadzenie monitoringu w miejscach zagrażających zdrowiu i życiu człowieka.**
4. **Okresowe pomiary w sprzyjających warunkach umożliwiają przewidywanie kierunku rozwoju osuwiska w przyszłości.**
5. Wykorzystanie UAV umożliwia pozyskanie zdjęć lotniczych „w dowolnym” dla nas momencie.
6. Ograniczenia prawne (strefy zakazu lotów itd.)
7. Ograniczenia sprzętowe (długość lotu, wiatr, temperatura)



**Dziękuję za uwagę**

**[krzysztof.karwacki@pgi.gov.pl](mailto:krzysztof.karwacki@pgi.gov.pl)**

