

Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

SATIM Monitoring Satelitarny Sp. z o.o.
ul. Stanisława Konarskiego 44/5, 30-046 Kraków

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Elżbieta Wiśniowska-Midura
Starostwo Powiatowe w Strzyżowie



satim



Konferencja online, 22 września 2022 r.

Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

POWIAT STRYŻÓWSKI W LICZBACH

Powierzchnia powiatu **503 km²** (50 353 ha)

5 gmin - Czudec, Frysztak, Stryżów, Niebylec, Wiśniowa

Szacunkowa **powierzchnia całkowita osuwisk** wynosi **ponad 5 000 ha** (tj. ok. 10% powierzchni ewidencyjnej powiatu)

Czudec - 335 osuwisk, 62 tereny zagrożone ruchami masowymi (11% pow. gminy)

Frysztak - 513 osuwisk, 117 terenów zagrożonych ruchami masowymi (10 % pow. gminy)

Niebylec - 689 osuwisk, 118 terenów zagrożonych ruchami masowymi (14,4% pow. gminy)

Stryżów - 264 osuwiska, 5 terenów zagrożonych ruchami masowymi (brak danych)

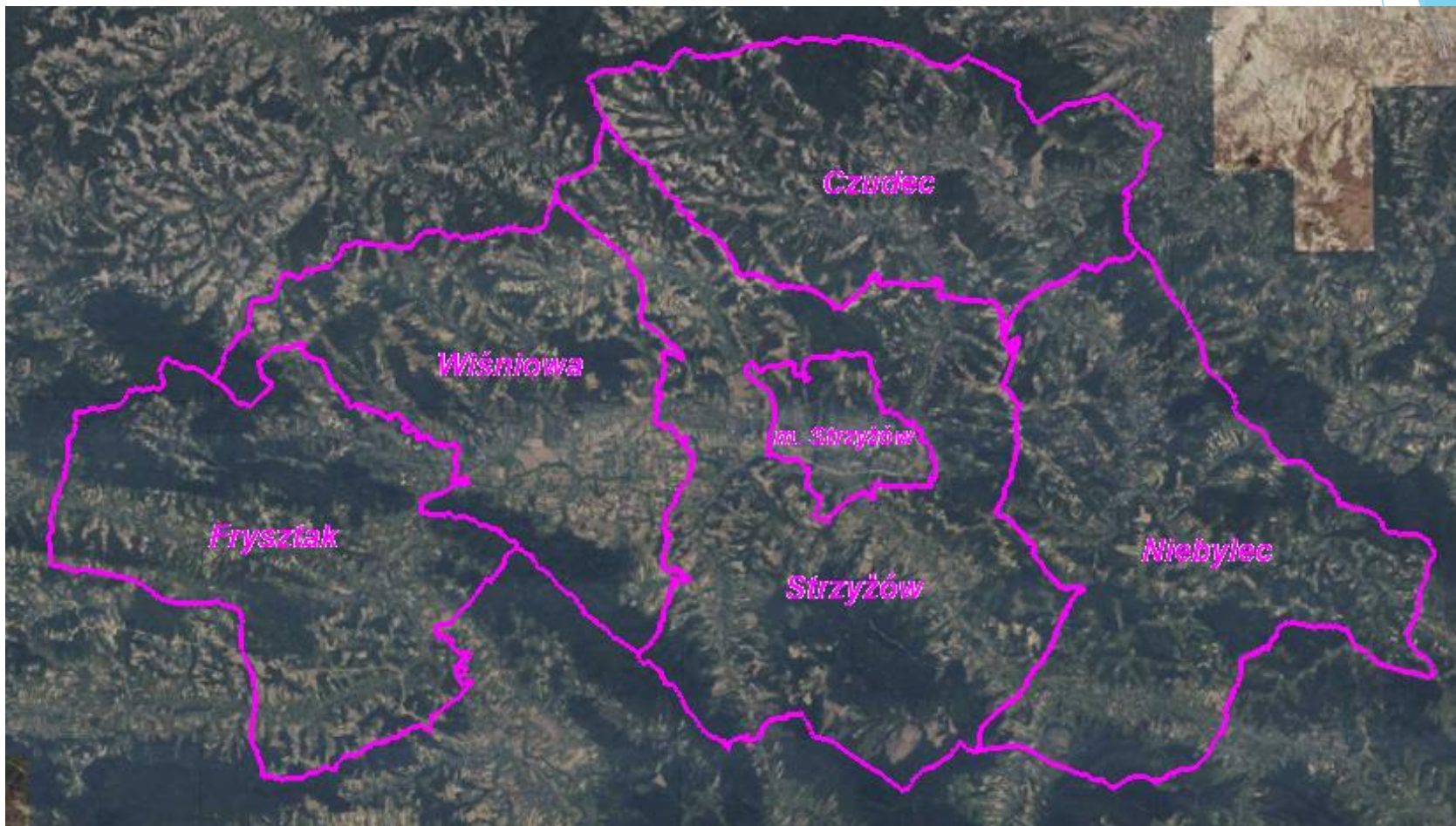
Wiśniowa - 397 osuwisk, 3 tereny zagrożone ruchami masowymi (10% pow. gminy)

RAZEM: 2198 osuwisk, 305 terenów zagrożonych ruchami masowymi

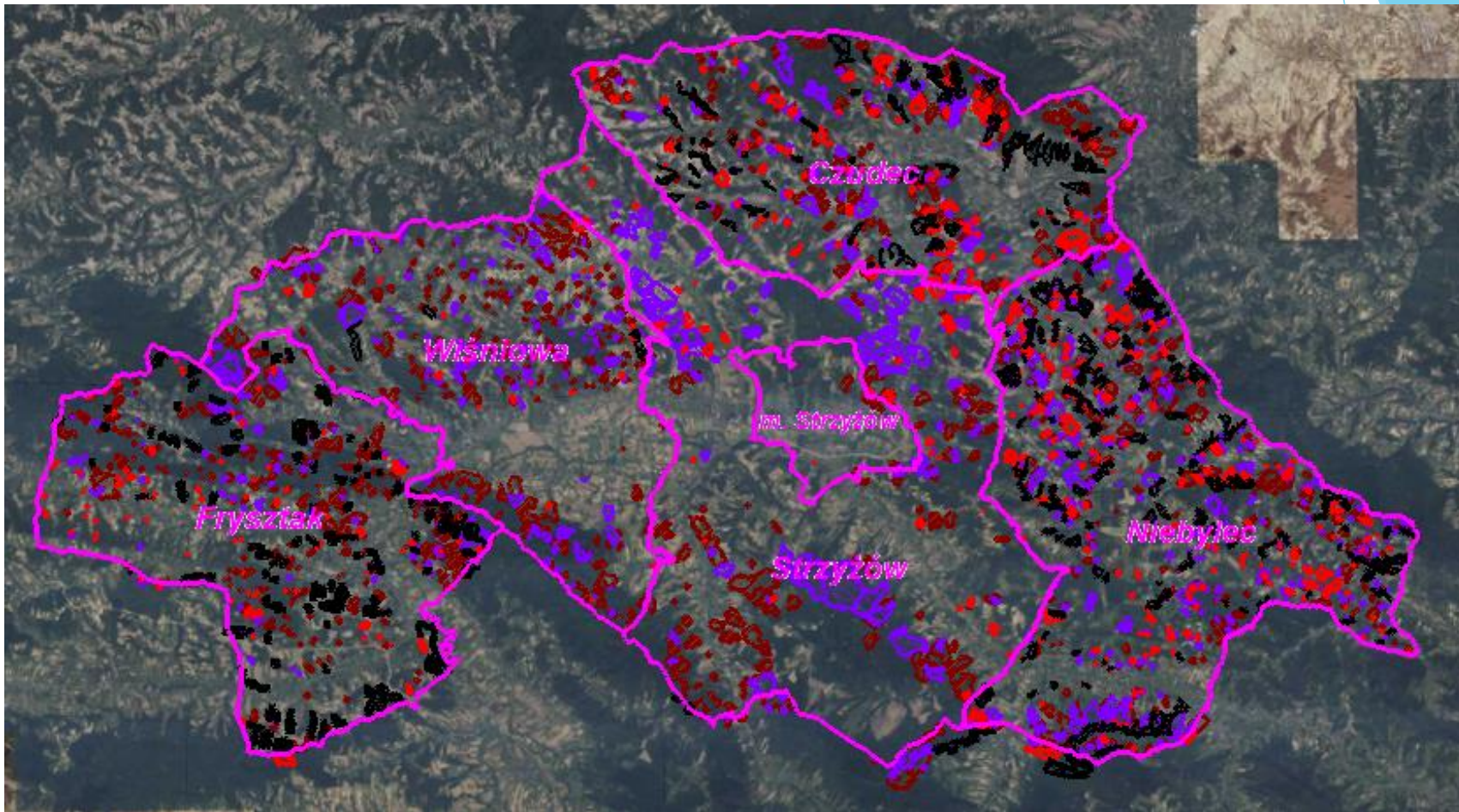
W tym **1 osuwisko objęte od 2010 r. monitoringiem instrumentalnym** przez Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy Oddział Karpacki w Krakowie w ramach prac prowadzonych na potrzeby projektu SOPO (obserwowane metodą powierzchniową (pomiar geodezyjne) i wglębną (inklinometr) tj. osuwisko nr 18-19-012 19028 w m. Zaborów w gminie Czudec.



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

OSUWISKA W POWIECIE STRYŻÓWSKIM - HISTORIA

Rok 1975 - powstaje „Katalog osuwisk - województwo rzeszowskie, powiat Strzyżów” (autorzy: J. Chowaniec i inni, IG Oddział Karpacki, 1975)
w powiecie strzyżowskim wyodrębniono wówczas **ponad 600** osuwisk

Rok 2000 - **61** zdarzeń

Rok 2005 - **5** zdarzeń

Rok 2010 - **417** zdarzeń (71 budynków wyłączonych z użytkowania)



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Rok 2020 – nawiązanie współpracy SATIM Monitoring Satelitarny Sp. z o. o. ze Starostwem Powiatowym w Strzyżowie w ramach projektu badawczo-rozwojowego RAMON (monitorowanie osuwisk w czasie zbliżonym do rzeczywistego oparte na satelitarnych zobrazeniach radarowych) - pilotaż

Celem badań pilotażowych była aktualizacja aktywności wybranych osuwisk na obszarze powiatu strzyżowskiego.

Obszar badań obejmował **24 osuwiska** o łącznej powierzchni **ok. 2 km²**.

12 aktywnych ciągle

7 aktywnych okresowo

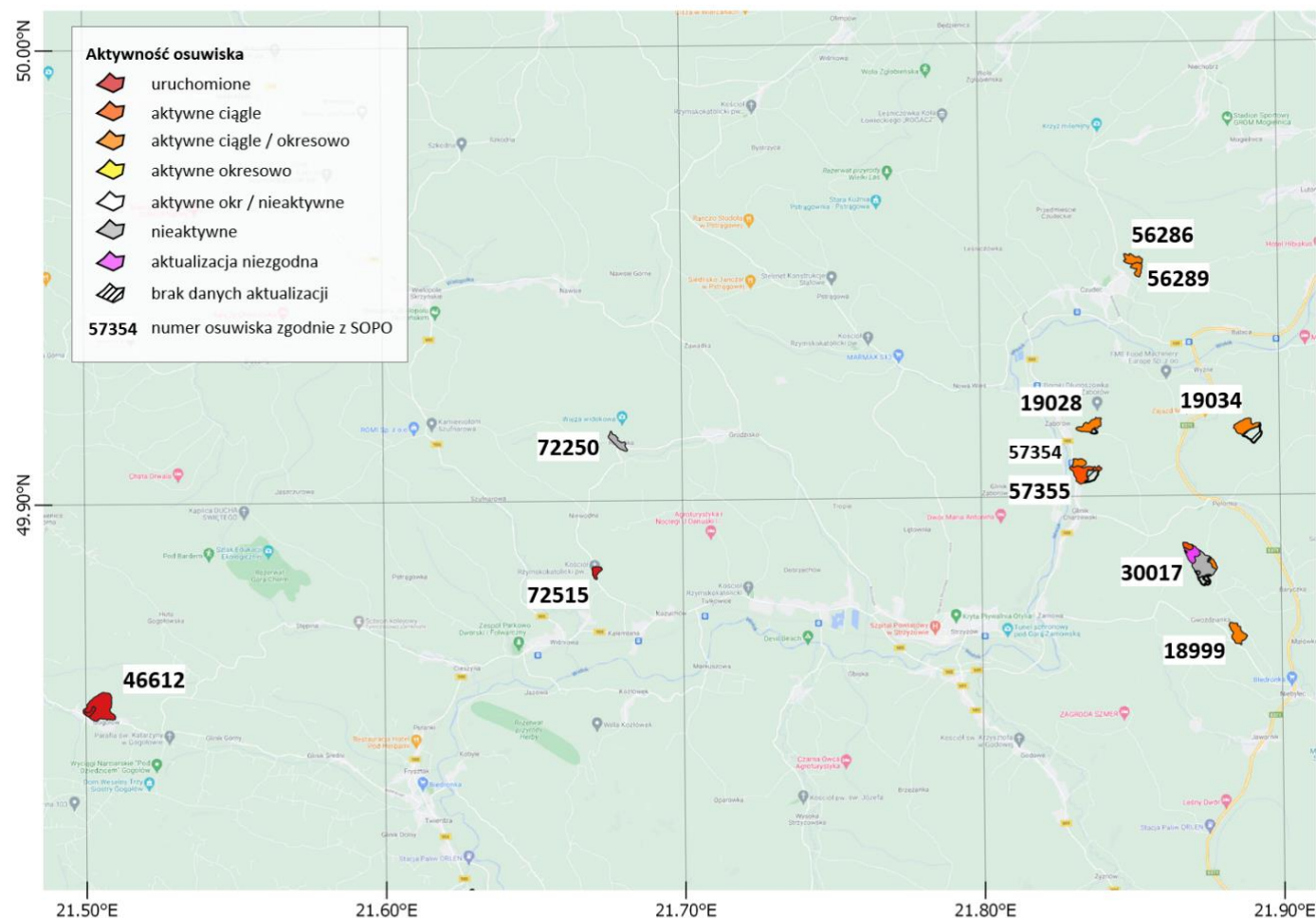
5 nieaktywnych

Ww. obszar poddano analizie dla okresu **7-letniego (XI.2014 – V.2021)**, do której wykorzystano 363 obrazy zarejestrowane przez satelity misji Sentinel-1, prowadzonej przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) (188 obrazów dla orbity wznoszącej oraz 175 obrazów dla orbity zstępującej).



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Aby analiza była w pełni funkcjonalna spośród 24 osuwisk konieczne było wyselekcjonowanie osuwisk spełniających następujące warunki:

- odpowiednia ekspozycja stoku dla osuwiska (ekspozycja N-S eliminowana),
- odpowiednia liczba punktów pomiarowych (co najmniej 4 punkty),
- obliczenie prędkości dla osuwiska na podstawie statystyki dla 3 ekstremalnych wartości.

Warunki te zostały spełnione dla **15 obszarów osuwiskowych (62%)**.

Dla **7 osuwisk (29%)** monitoring został prawidłowo wykonany dla obu orbit.

Dla **6** z nich aktualizacja dała ten sam wynik (czyli tę samą klasę aktywności).

Aktualizacja sprzeczna wystąpiła jedynie dla części osuwiska nr KRO 30017



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Spośród **15 osuwisk**, dla których przeprowadzono monitoring:

- dla **4 obszarów** zaktualizowana aktywność nie różni się od zdefiniowanej w SOPO,
- dla **10 obszarów** nastąpiła aktualizacja różniąca się od tej z SOPO,
- dla **1 obszaru** aktualizacja dała sprzeczny wynik.



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

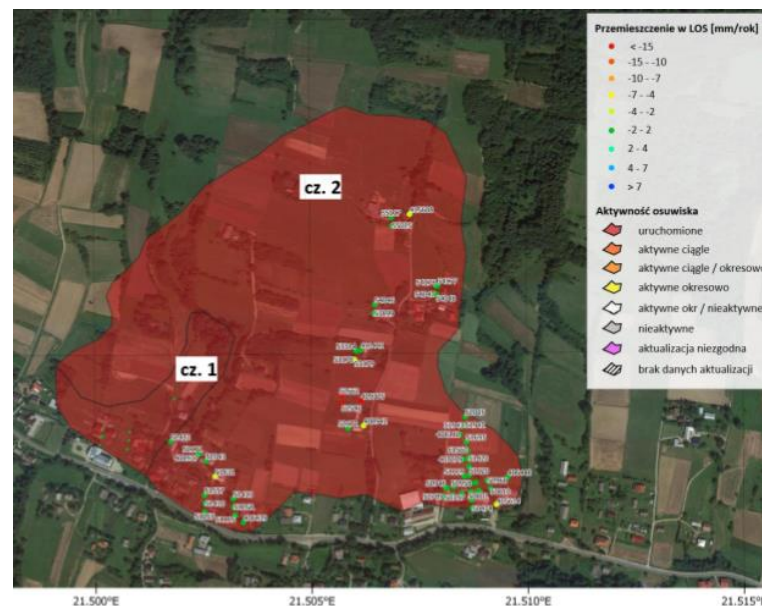
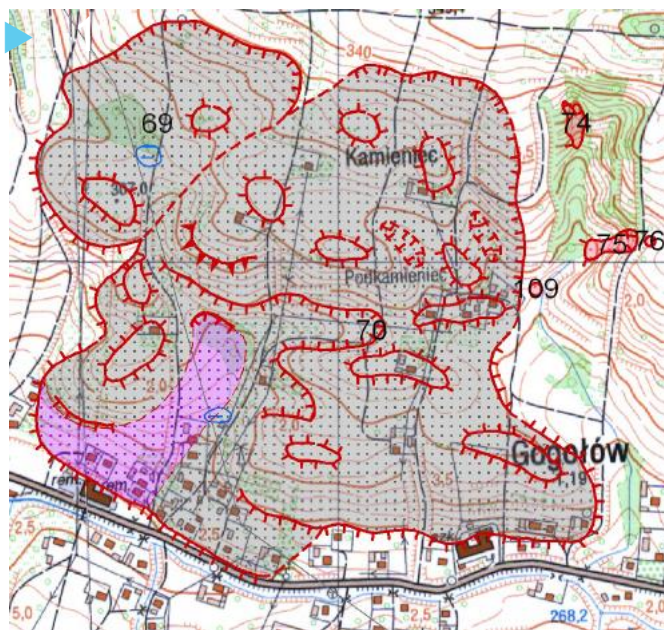
PRZYKŁADY



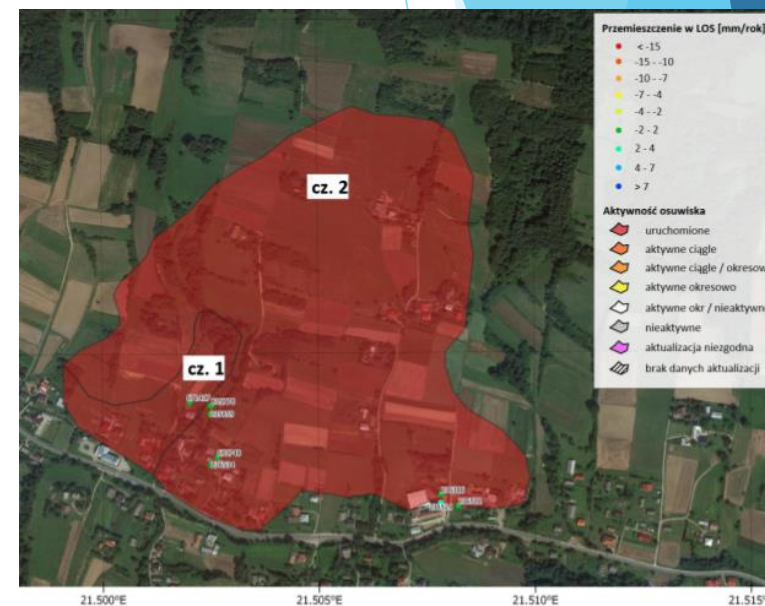
Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

KRO 46612 GOGOŁÓW, WG SOPO OSUWISKO AKTYWNE OKRESOWO/NIEAKTYWNE, POW. 35,2 HA



Rys. 3 Mapa osuwiska nr 46612 z punktami PS dla orbity ascending



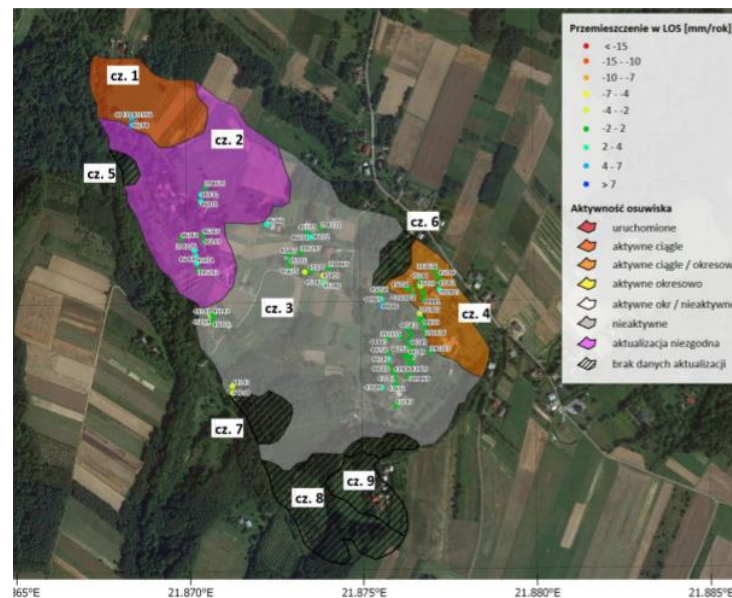
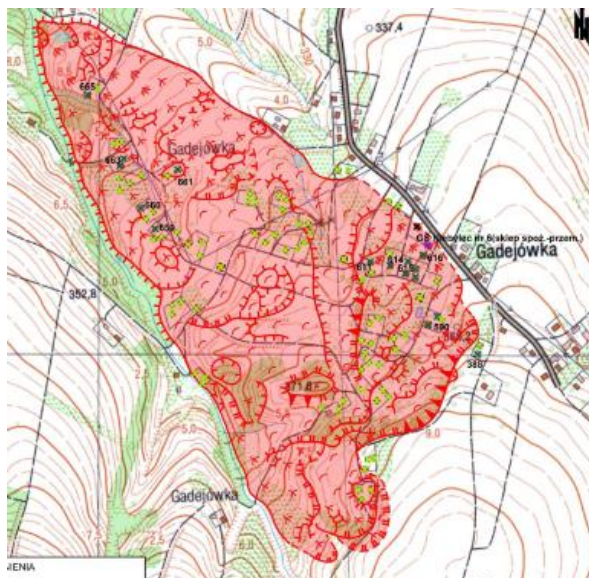
Rys. 4 Mapa osuwiska nr 46612 z punktami PS dla orbity descending

Numer osuwiska	Prędkość LOS (orbity asc.) [mm/rok]	Prędkość LOS (orbity desc.) [mm/rok]	Szacowana prędkość osuwiska [mm/rok]	Aktywność SOPO	Aktywność zaktualizowana	Intensywność ruchu
46612 cz. 1	-1.74	-	9.16	aktywne okresowo	uruchomione	ekstremalnie powolne
46612 cz. 2	-16.58	-	87.25	nieaktywne	uruchomione	bardzo powolne

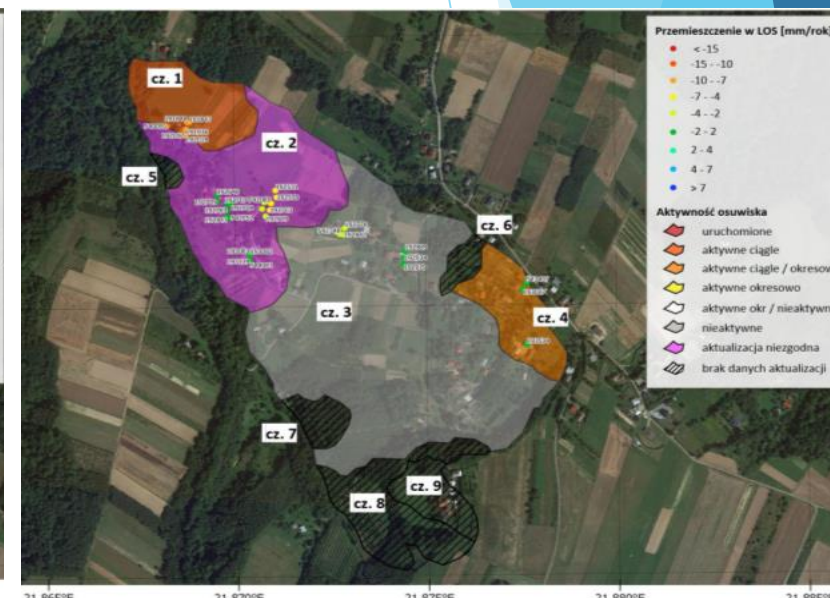
Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

KRO 30017 POŁOMIA, WG SOPO OSUWISKO AKTYWNE OKRESOWO/ CIĄGLE/ NIEAKTYWNE, POW. 41,51 HA



Rys. 15 Mapa osuwiska nr 30017 z punktami PS dla orbity ascending



Rys. 16 Mapa osuwiska nr 30017 z punktami PS dla orbity descending

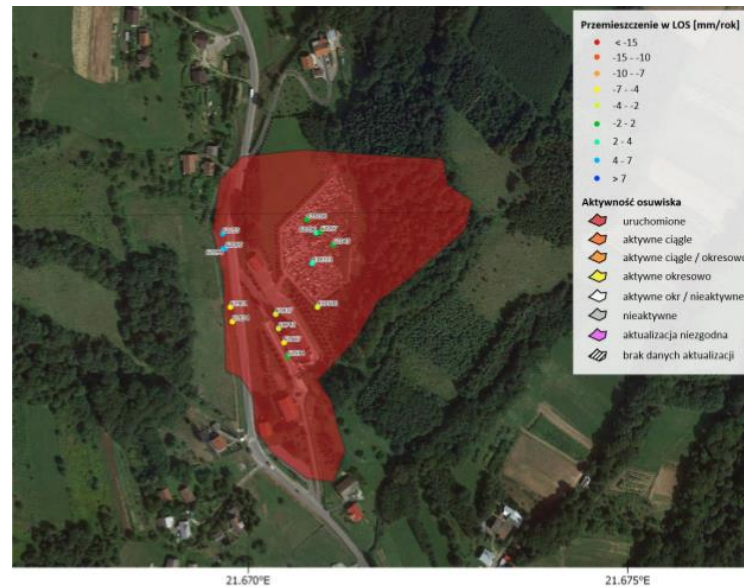
Numer osuwiska	Prędkość LOS (orbity asc.) [mm/rok]	Prędkość LOS (orbity desc.) [mm/rok]	Szacowana prędkość osuwiska [mm/rok]	Aktywność SOPO	Aktywność zaktualizowana	Intensywność ruchu
30017 cz. 1 (od góry)	-	-8,96	14,61	aktywne ciągle	aktywne ciągle	bardzo powolne
30017 cz. 2	3,21	-8,10	8,61	aktywne okresowo	aktywne okresowo / nieaktywne LUB ekstremalnie powolne	pomijalne LUB ekstremalnie powolne
30017 cz. 3	-3,62	-2,40	4,78	nieaktywne	nieaktywne	pomijalne
30017 cz. 4	2,44	-	4,73	aktywne ciągle	aktywne ciągle / okresowo	pomijalne

Numer osuwiska	Prędkość LOS (orbity asc.) [mm/rok]	Prędkość LOS (orbity desc.) [mm/rok]	Szacowana prędkość osuwiska [mm/rok]	Aktywność SOPO	Aktywność zaktualizowana	Intensywność ruchu
30017 cz. 5	-	-	-	aktywne ciągle	-	-
30017 cz. 6	-	-	-	aktywne okresowo	-	-
30017 cz. 7	-	-	-	aktywne ciągle	-	-
30017 cz. 8	-	-	-	aktywne okresowo	-	-
30017 cz. 9	-	-	-	nieaktywne	-	-

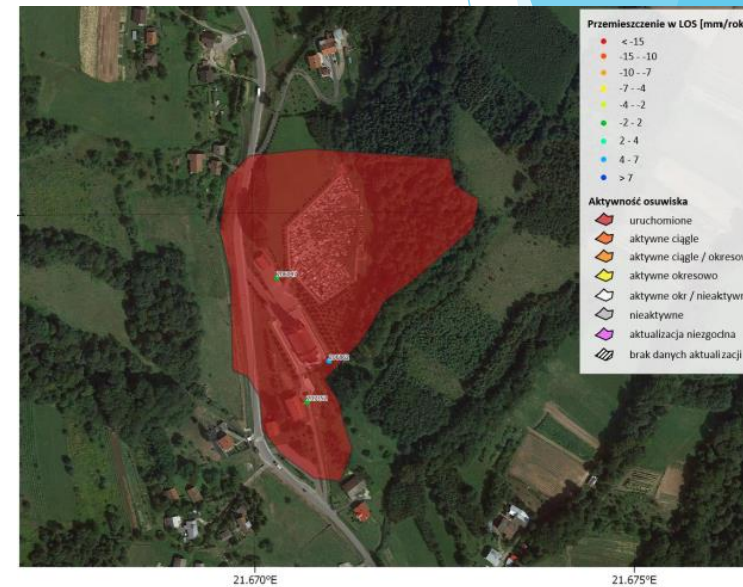
Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

KRO 72515 NIEWODNA, WG SOPO OSUWISKO AKTYWNE OKRESOWO, POW. 4,46 HA



Rys. 7 Mapa osuwiska nr 72515 z punktami PS dla orbity ascending



Rys. 8 Mapa osuwiska nr 72515 z punktami PS dla orbity descending

Numer osuwiska	Prędkość LOS (orbita asc.) [mm/rok]	Prędkość LOS (orbita desc.) [mm/rok]	Szacowana prędkość osuwiska [mm/rok]	Aktywność SOPO	Aktywność zaktualizowana	Intensywność ruchu
72515	-5.29	-	9.65	aktywne okresowo	uruchomione	ekstremalnie powolne

Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

WNIOSKI

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (tj. Dz. U. z 2021 r., poz. 1973 ze zm.) (POŚ) zobowiązuje starostów do prowadzenia obserwacji terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, a także do prowadzenia rejestru zawierającego informacje o takich terenach ([art. 110a](#) POŚ). Rozwiązanie to pozwala na uzyskanie przez organy właściwe do spraw gospodarki przestrzennej oraz budownictwa pełnej wiedzy o skali występowania przedmiotowego zjawiska, a tym samym przyczynia się do zwiększenia kontroli nad występowaniem negatywnych skutków ruchów masowych dla infrastruktury i gospodarki. Szczegółowe wymagania dotyczące sposobu prowadzenia obserwacji oraz rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, określa nowe rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 grudnia 2020 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi ([Dz. U. z 2020, poz 2270](#)), które weszło w życie 18 lutego 2021 r.

Nałożyło ono na starostów, obok obowiązku prowadzenia rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, także obowiązek ich obserwacji określonymi metodami, zakresem i częstotliwością.



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Obserwacje w celu określenia prędkości i kierunku przemieszczenia mas ziemnych prowadzi się metodą wizji w terenie albo metodą monitoringu określoną jako dokonywanie pomiarów:

- 1) powierzchniowego ruchu mas ziemnych przy zastosowaniu pomiarów geodezyjnych określonych w przepisach wydanych na podstawie [art. 19 ust. 1 pkt 11](#) ustawy z dnia 17 maja 1989 r. - Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. z 2020 r. poz. 2052), zwana dalej "monitoringiem powierzchniowym", **lub**
- 2) wgłębego ruchu mas ziemnych, przy zastosowaniu wgłębnych pomiarów pozwalających na rozpoznanie liczby, rodzaju i głębokości położenia powierzchni poślizgu, zwana dalej "monitoringiem wgłębny".

Obserwacje prowadzi się z częstotliwością stosowną do ryzyka wystąpienia bezpośredniego zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi oraz mienia, jednakże nie rzadziej niż raz na 3 lata, oraz każdorazowo po powzięciu przez starostę informacji o wystąpieniu ruchów masowych ziemi.

Mając na uwadze cytowane wyżej przepisy należy stwierdzić, że obserwowanie ruchów masowych ziemi metodą interferometrii radarowej nie spełnia definicji monitoringu zamieszczonej w § 3 ust. 2 pkt 1 ww. rozporządzenia.



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym

MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRYŻÓWSKIM

Mając na względzie dużą liczbę oraz powierzchnię ogólną terenów zagrożonych i objętych ruchami masowymi ziemi na terenie powiatu stryżowskiego obserwacja metodami określonymi w rozporządzeniu z 04.12.2020 r. jest bardzo dużym obciążeniem organizacyjnym wydziału Ochrony Środowiska, Rolnictwa i Leśnictwa. Warto zatem rozważyć możliwość posługiwania się dodatkowymi narzędziami obserwacji takimi jak np. interferometria radarowa, której zaletą w stosunku do wizji w terenie lub pomiarów geodezyjnych jest m.in.:

- **duża dokładność odczytu przemieszczeń (dane w mm),**
- **niezależność od pory dnia, roku i warunków meteorologicznych,**
- **niezależność od osnowy naziemnej,**
- **wysoka czułość na ruchy bardzo powolne,**
- **wysoka rozdzielczość przestrzenna i czasowa (możliwość analizy danych dla wielu dużych obszarów jednocześnie).**

Wadą tej metody może być niemożliwość jej zastosowania w terenach zadrzewionych, na stokach o nachyleniu N-S czy w terenach niezabudowanych, gdzie brak jest stałych punktów odniesienia.

Reasumując, obserwacja ruchów masowych ziemi powinna dostarczyć organom właściwym do spraw gospodarki przestrzennej i budownictwa pełnej wiedzy o skali i intensywności występowania zjawiska, a tym samym przyczynić się do zwiększenia kontroli nad skutkami ruchów masowych dla infrastruktury i gospodarki.

Wydaje się, że żadna z ww. metod monitoringu nie dostarcza informacji „na bieżąco” w celu podjęcia natychmiastowych działań.

Analiza danych satelitarnych pozwala wyłącznie zarejestrować fakt i tempo przemieszczania się mas ziemi w przeszłości.

działań.

Analiza danych satelitarnych pozwala wyłącznie zarejestrować fakt i tempo przemieszczania się mas ziemi w przeszłości.



Nowoczesne techniki w monitorowaniu osuwiskowym
MONITOROWANIE SATELITARNE OSUWISK W POWIECIE STRZYŻOWSKIM

Dziękuję za uwagę

