

# 6. WPGI

# 2017

17-20.10  
RZESZÓW

## Koncepcja i budowa prototypu LandSMS – systemu monitorowania terenów zagrożonych ruchami masowymi, na przykładzie osuwiska w Kłodnem

Janusz Mirek

[jmirek@igf.edu.pl](mailto:jmirek@igf.edu.pl)

Jacek Stanisiz

[jstanisz@agh.edu.pl](mailto:jstanisz@agh.edu.pl)

Robert Kaczmarczyk

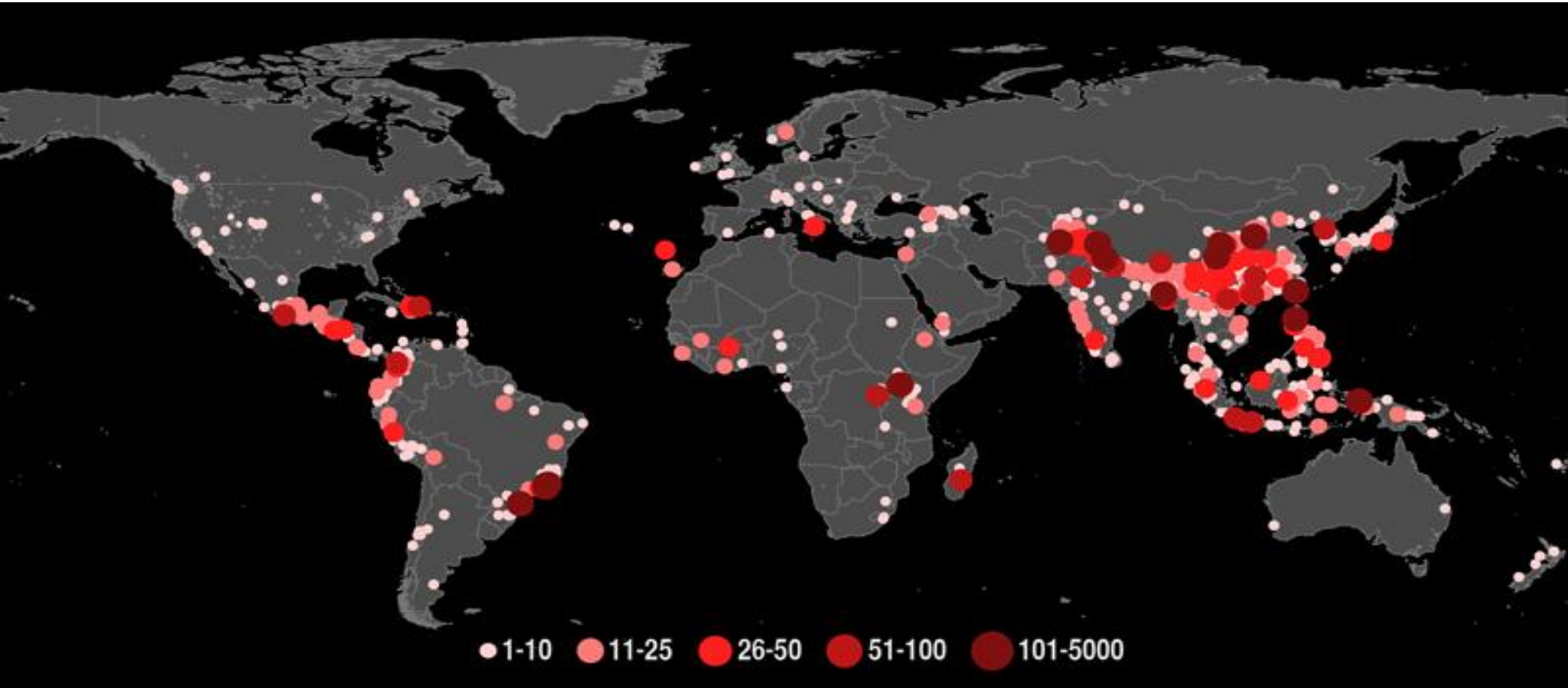
Paweł Ćwiąkała



Instytut Geofizyki  
Polskiej Akademii Nauk

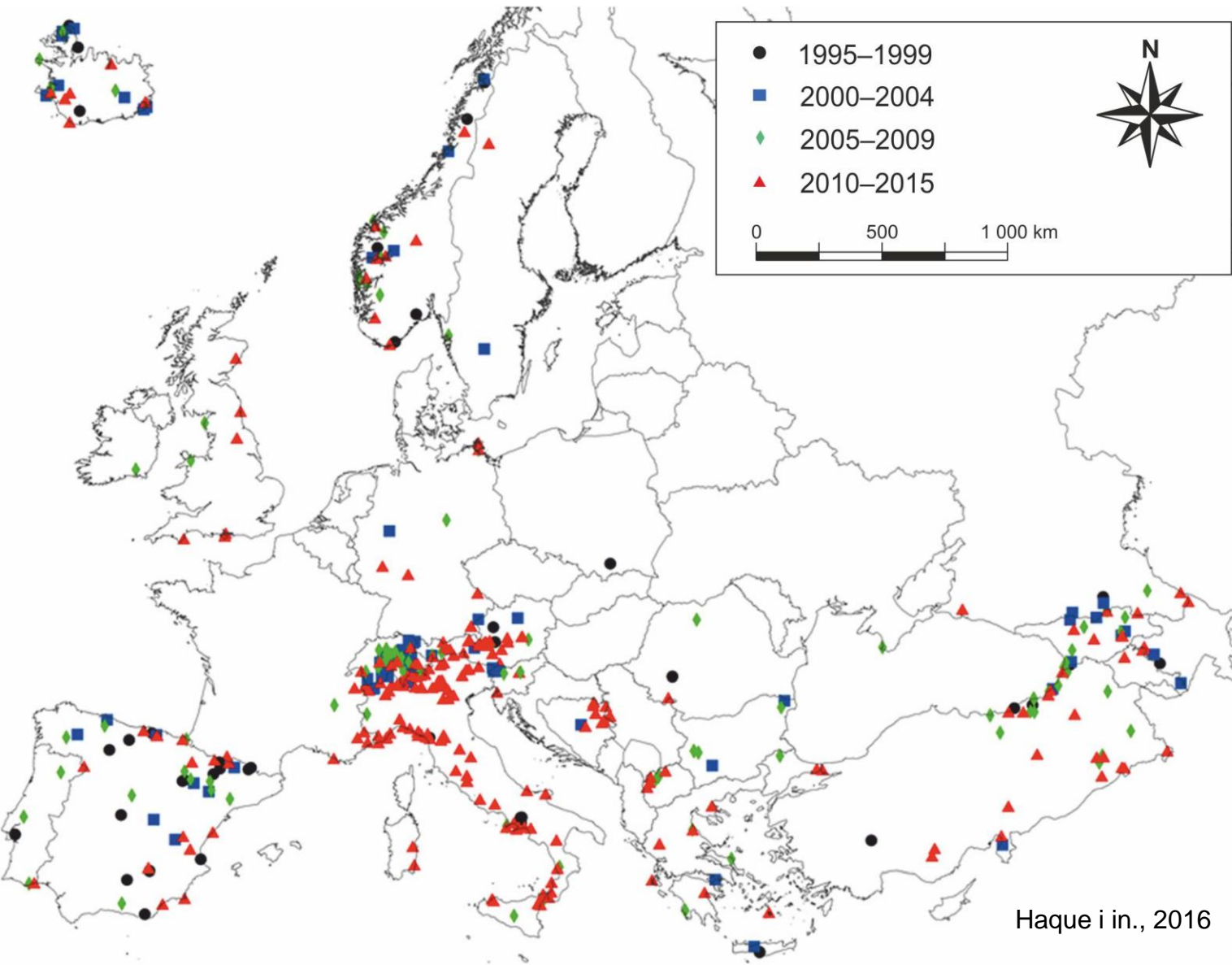


# Ruchy masowe – zarys problemu



Ruchy masowe spowodowane opadem atmosferycznym w latach 2007-2013, dane: NASA

# Ruchy masowe – zarys problemu



W latach 1995-2014  
odnotowano łącznie 457  
znaczących ruchów  
masowych (dane z 27 krajów)

Straty:  
**~4,7 mld euro rocznie**



# Ruchy masowe – zarys problemu



Maj – czerwiec 2010:

W 107 gminach zostało uszkodzonych 2269 obiektów budowlanych, w tym 560 zostało zniszczonych

Straty:  
**2,9 mld euro**



# Ruchy masowe – zarys problemu

**Gmina Pleśna (powiat tarnowski, woj. Małopolskie)**

## Legenda

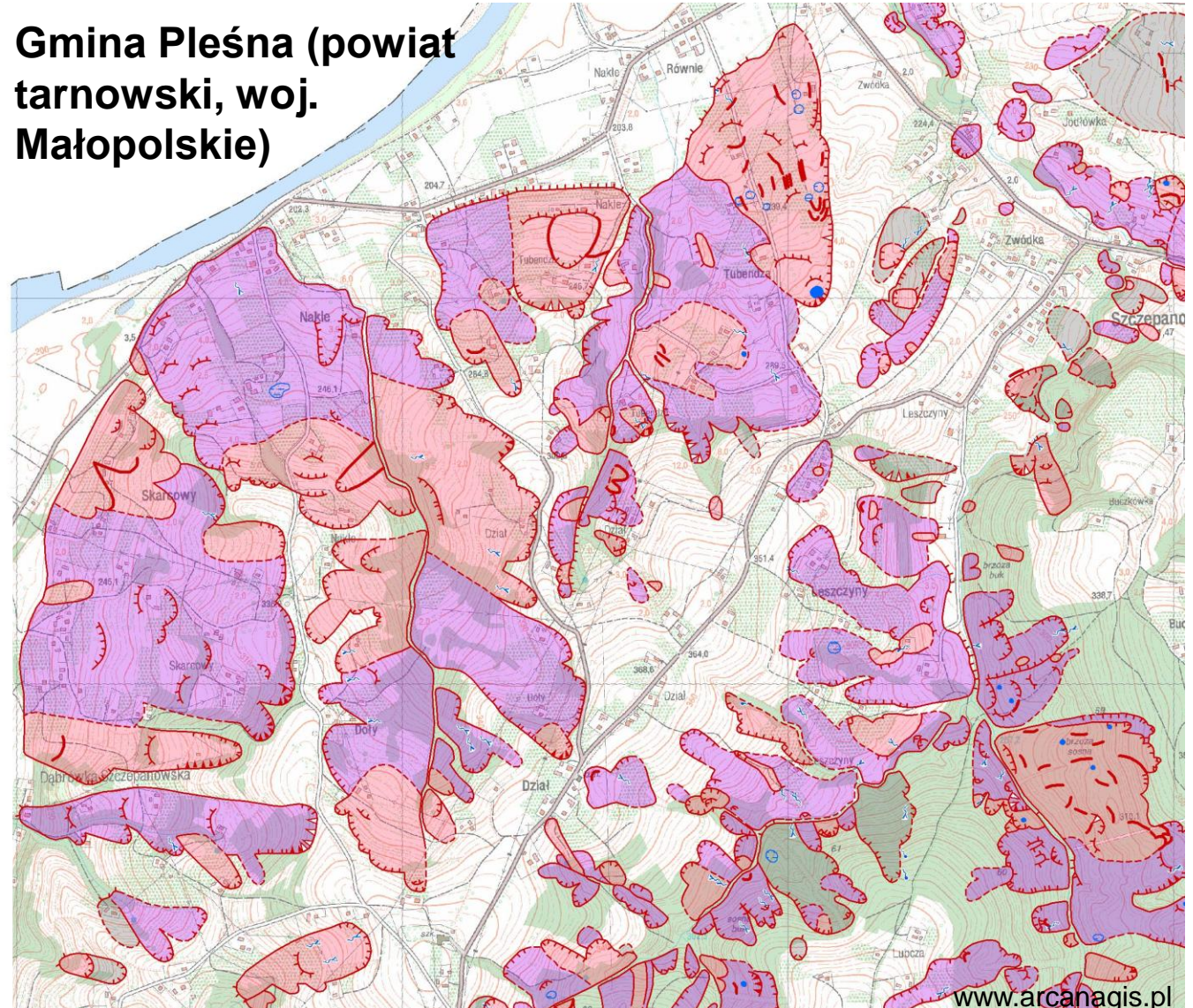
Aktywność osuwisk

Osuwiska

Stopień aktywności

- aktywne ciągle
- aktywne okresowo
- nieaktywne

Tereny zagrożone ruchami masowymi



Projekt SOPO:  
2006 – 2016: ~ 58 000 osuwisk

Szacunkowa liczba:  
**ponad 100 000**

Wójcik & Wojciechowski, 2016



# Ruchy masowe – zarys problemu

Gmina Świątniki Górne, powiat krakowski,  
woj. małopolskie



[www.swiatniki-gorne.pl](http://www.swiatniki-gorne.pl)

# Elementy systemu LandSMS

**Element pomiarowy** – ciągną linowe, którego jeden z końców jest przymocowany do stabilizowanego punktu pomiarowego znajdującego się na obszarze osuwiska, drugi do rolki będącej elementem stacji monitorującej. Ciągno ma stały naciąg i jest umieszczone w pancerzu umożliwiającym swobodny przesuw.

**Stacja monitorująca** – składa się z rolki, do której przymocowany jest element pomiarowy, dwóch czujników odkształcenia, czujnika temperatury.

**Serwer danych** – gromadzi dane, wysyła alerty, udostępnia dane użytkownikom systemu.



# Stacja monitorująca

**Enkoder** – rejestruje obroty rolki, przez którą przechodzi ciągnąco, tym samym umożliwiając pomiar zmiany długości bazy pomiarowej z rozdzielczością 0,1 mm.

**Czujnik ultradźwiękowy** – pomiar odbywa się na odcinku pomiarowym: czujnik – punkt referencyjny. Rozdzielczość czujnika wynosi 0,1 mm.

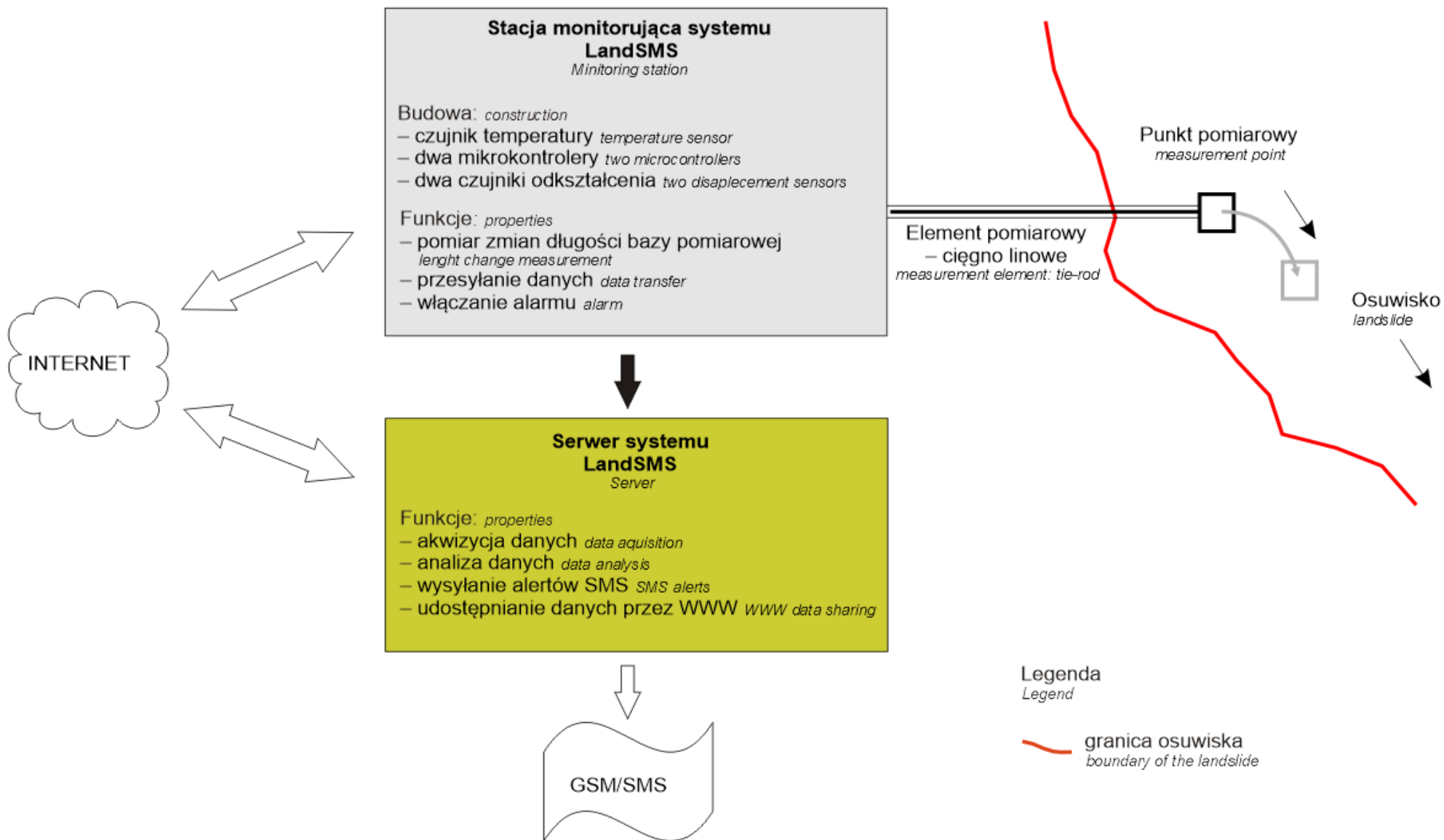
**Czujnik temperatury** – pomiar temperatury otoczenia i gruntu.

**Pomiar napięcia zasilania** – pomiar napięcia zasilania awaryjnego.

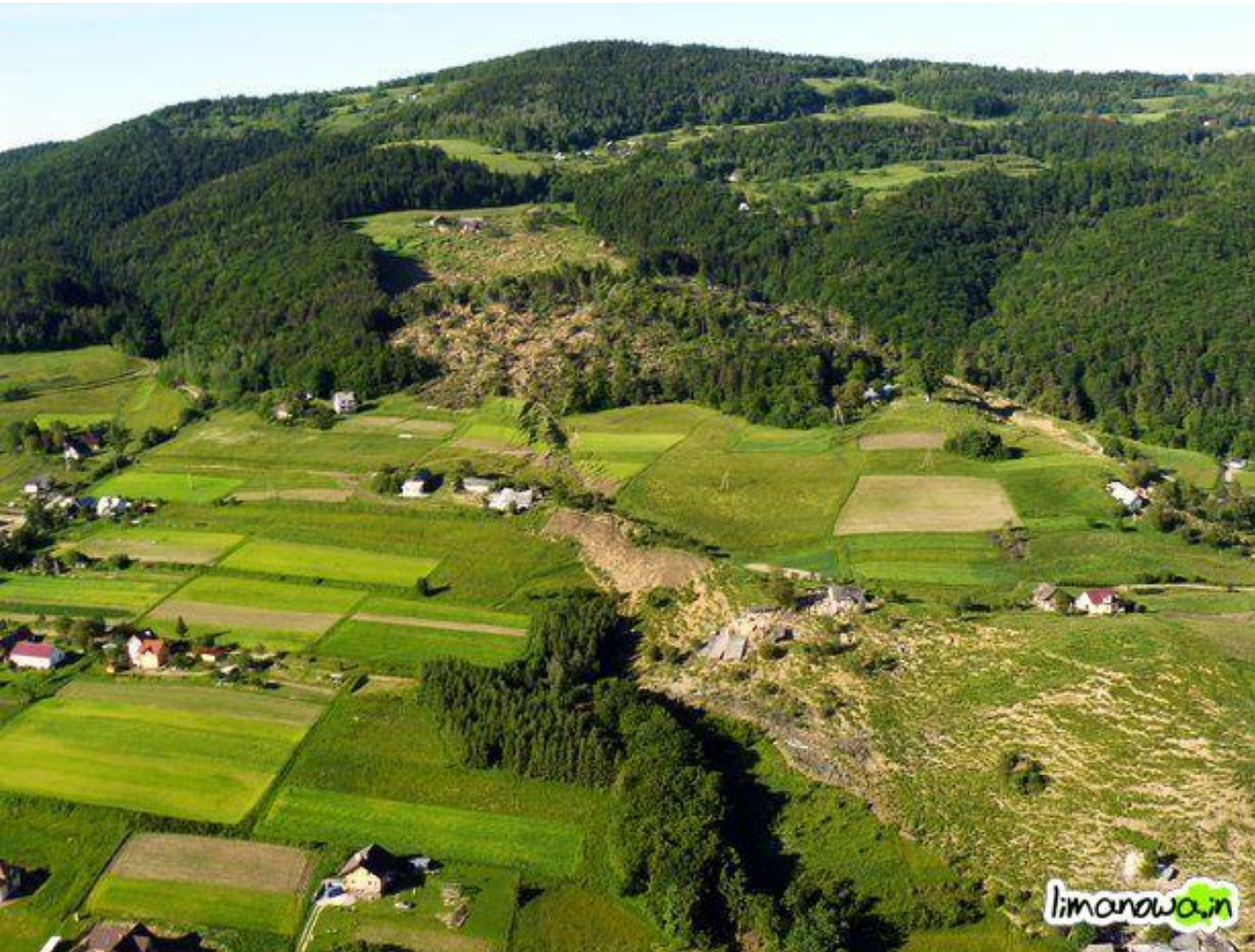




# Schemat systemu LandSMS



# Poligon badawczy



## Podstawowe informacje:

- jednostka tektoniczna – płaszczowina magurska,
- szerokość – 460 m,
- długość – 1050 m,
- rozpiętość pionowa – 184 m,
- rodzaj materiału: detrytyczno-blokowy,
- nachylenie powierzchni kolumium – 18°



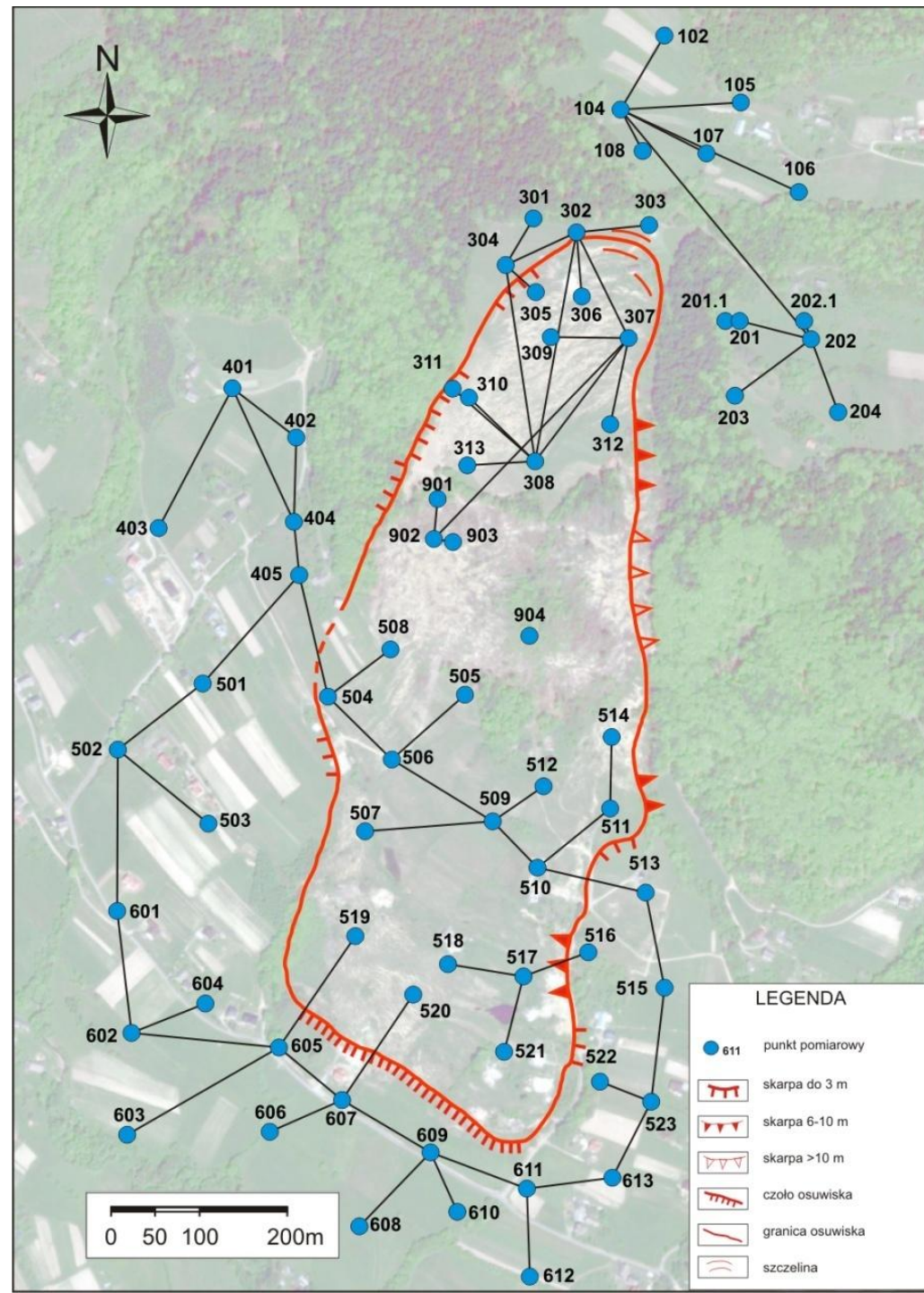
Instytut Geofizyki  
Polskiej Akademii Nauk



AGH

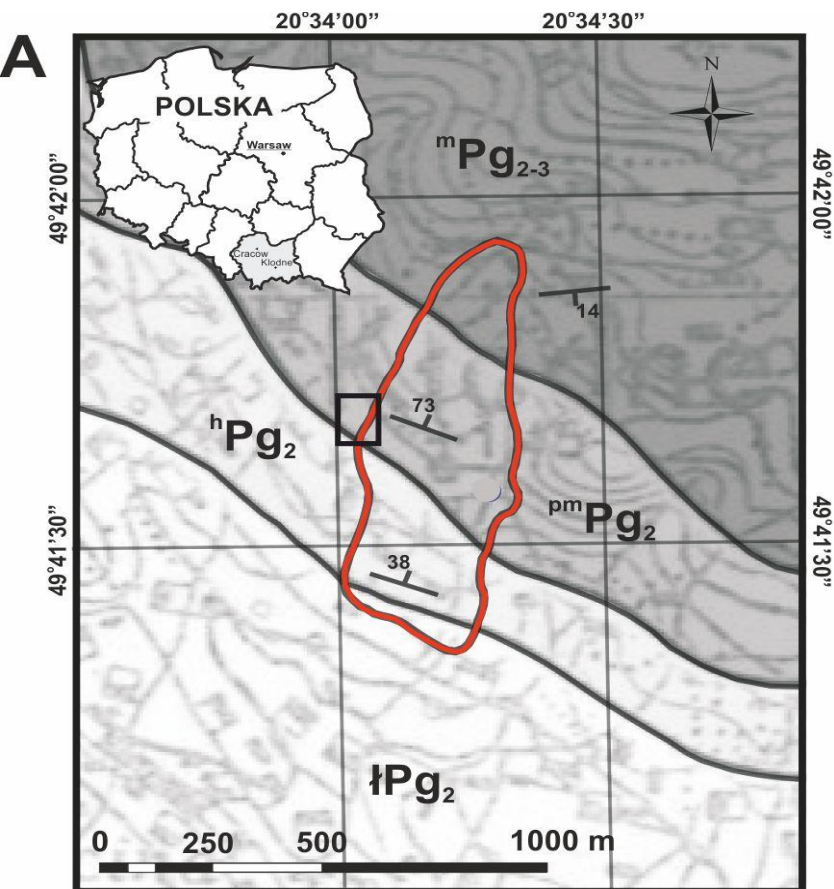


- 6 serii pomiarowych w interwałach półrocznych
- Pomiar statyczny GNSS nawiązane do stacji ASG
- Wykorzystanie punktu 902 jako bazowego do nawiązania GPS
- Pomiar sieci kątowno-liniowej w nawiązaniu do wcześniejszych pomiarów satelitarnych
















# Poligon badawczy



Legenda

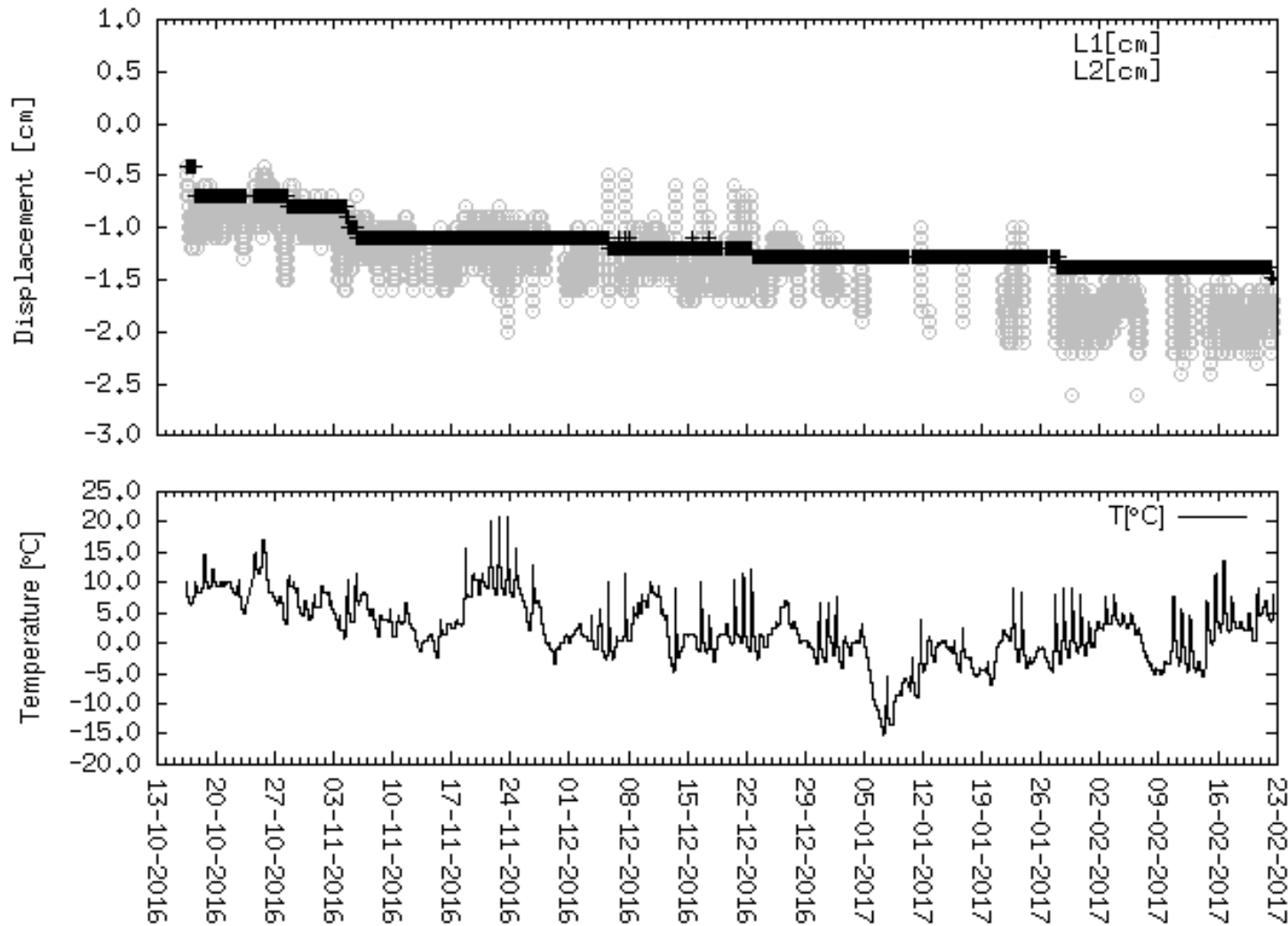
- |  |  |
|--|--|
|  $lPg_2$ łupki pstre           |  granica osuwiska |
|  $hPg_2$ warstwy hieroglifowe  |  poligon badawczy |
|  $pmPg_2$ warstwy podmagurskie |  zaleganie warstw |
|  $mPg_{2-3}$ warstwy magurskie |  |



- |   |   |
|---|---|
|  skarpa do 3 m    |  405 punkty kontrolowane |
|  P punkt pomiarowy |  S stacja monitorujaca   |



# Wstępne wyniki



# Podsumowanie

1. We wstępnej fazie stabilizacji punktu pomiarowego przemieszczenia wyniosły 1,2 cm.
2. Od grudnia 2016 roku nie obserwowano znaczących ruchów osuwiskowych w rejonie monitorowanego punktu.
3. Na obszarach zagrożonych osuwiskami i/lub stref buforowych osuwisk relatywnie skutecznym sposobem oceny zagrożenia osuwiskowego jest monitoring.
4. Planuje się przeprowadzenie uzupełniających prac geologiczno-inżynierskich i geodezyjnych.





# Literatura

1. ANGELI M-G., PASUTO A. & SILVANO S. 2000 – A critical review of landslide monitoring experiences. *Engineering Geology*, 55: 133–147.
2. BEDNARCZYK Z. 2011 – Pierwszy w Polsce system wczesnego ostrzegania o zagrożeniu osuwiskowym w czasie rzeczywistym na przykładzie wybranych lokalizacji w Beskidzie Niskim. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 446: 9–18.
3. BEDNARCZYK Z. 2015 – Metody monitoringu osuwisk i wczesnego ostrzegania on-line na przykładzie badań geologiczno-inżynierskich w Beskidzie Niskim i Średnim. *Przegląd Geologiczny*, vol. 63: 1220–1229.
4. BORKOWSKI A., PERSKI Z., WOJCIECHOWSKI T., JÓŻKÓW G. & WÓJCIK A. 2011 – Landslides mapping in Roznow lake vicinity, Poland using airborne laser scanning data. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 8 3(163): 325–333.
5. CHOWANIEC J. (red.), WÓJCIK A. (red.), MROZEK T., RĄCZKOWSKI W., NESCIERUK P., PERSKI Z., WOJCIECHOWSKI T., MARCINIEC P., ZIMNAL Z. & GRANOSZEWSKI W. 2012 – Osuwiska w województwie małopolskim. Atlas – przewodnik. Departament Środowiska, Rolnictwa i Geodezji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, Zespół Geologii: 143.
6. ĆWIAKAŁA P., JAŚKOWSKI W. & SUKTA O. 2012 – The concept of a measuring unit for monitoring the stability of areas at risk of landslides. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas*. Polska Akademia Nauk. Oddział w Krakowie. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Nr 1/IV:103–112.
7. ĆWIAKAŁA P., STANISZ J., WRÓBEL A., KACZMARCZYK R., DRWAL P., GRABEK P., DAROCH M., PEKALA M., ŚWIĄTEK M. & ZIERKIEWICZ M. 2016 – Wyznaczenie przemieszczeń powierzchniowych na osuwisku w Kłodnem (gmina Limanowa, południowa Polska). *Przegląd Geologiczny*, vol. 64, nr 2: 122–130.
8. HAQUE U., BLUM P., DA SILVA P.F., ANDERSEN P., PILZ J., CHALOV S. R., MALET J-P., AUFLIC M. J., ANDRES N., POYIADJI, LAMAS P. C., ZHANG W., PESHEVSKI I., PETURSSON H.G., KURT T., DOBREV N., GARCIA-DAVALILLO J. C., HALKIA M., FERRI S., GAPRINDASHVILI G., ENGSTROM J. & KEELLINGS D. 2016 – Fatal landslides in Europe. *Landslides* 13: 1545–1554.
9. KACZMARCZYK R., TCHÓRZEWSKA S. & WOŹNIAK H. 2011 – Charakterystyka wybranych osuwisk z terenu południowej Polski uaktywnionych po okresie intensywnych opadów w 2010 roku. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 446: 65–74.
10. MARCINIEC P., LASKOWICZ I., ZIMNAL Z., GRABOWSKI D. & RĄCZKOWSKI W. 2015 – Problematyka osuwiskowa w działalności służby geologicznej i administracji publicznej. *Przegląd Geologiczny*, vol. 63: 1364–1372.
11. NESCIERUK P. & RĄCZKOWSKI W. 2012 – Monitoring wgłębny osuwisk karpaccich. [W:] *Geologia jedna?! II Kongres Geologiczny*, Warszawa, 17–19 września 2012r. Wyd. Geol. UW, PTG, Warszawa: 63–67.
12. PERSKI Z., WOJCIECHOWSKI T., WÓJCIK A. & BORKOWSKI A. 2014 – Monitoring of Landslide Dynamics with LIDAR, SAR Interferometry and Photogrammetry Case Study of Kłodne Landslide, Southern Poland. *Proceedings of World Landslide Forum 3*, 2–6 June 2014, Beijing, 4: Discussion Session: 200–204.
13. POPRAWA D. & RĄCZKOWSKI W. 2003 – Osuwiska Karpat. *Przegląd Geologiczny*, vol. 51, nr 8: 685–692.
14. ROZPORZĄDZENIE 2007 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi, Dz. U. z 2007 r. Nr 121 poz. 840.
15. STANISZ J. 2015 – Czujniki do pomiaru ciśnienia porowego dla potrzeb rozpoznania położenia powierzchni poślizgu osuwiska. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN*, nr 89: 77–92.
16. WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z. & WÓJCIK A. 2015 – Wykorzystanie wysokościowych danych laserowych w badaniu osuwisk. *Ogólnopolska konferencja Osuwisko*, 19–22 maja 2015, Wieliczka: 79–81.



# Dziękuję za uwagę



Janusz Mirek

Jacek Stanisz

Robert Kaczmarczyk

Paweł Ćwiąkała

[jmirek@igf.edu.pl](mailto:jmirek@igf.edu.pl)

[jstanisz@agh.edu.pl](mailto:jstanisz@agh.edu.pl)

