



Antoni Wójcik (PIG-PIB), Jarosław Kos (PG Kraków)

Osuwiska i zagrożenie budowli – sukcesy i porażki przy stabilizacji osuwisk w świetle wierceń i obserwacji inklinometrycznych na przykładzie Sadowia, Kąclowej i Kopca Kościuszki

Wiśła 7 - 10 marca 2017 r.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Osuwiska stanowią istotne zagrożenia dla ludności oraz różnego typu budowli inżynierskich, a ich zabezpieczenie stwarza wiele problemów ze względów technicznych lub ekonomicznych. Najprostszym rozwiązaniem jest ominięcie terenów zagrożonych osuwiskami, co nie zawsze jest możliwe.

Przeciwdziałanie dalszemu procesowi osuwania należy do najtrudniejszych zadań, ponieważ zachodzi konieczność pogodzenia

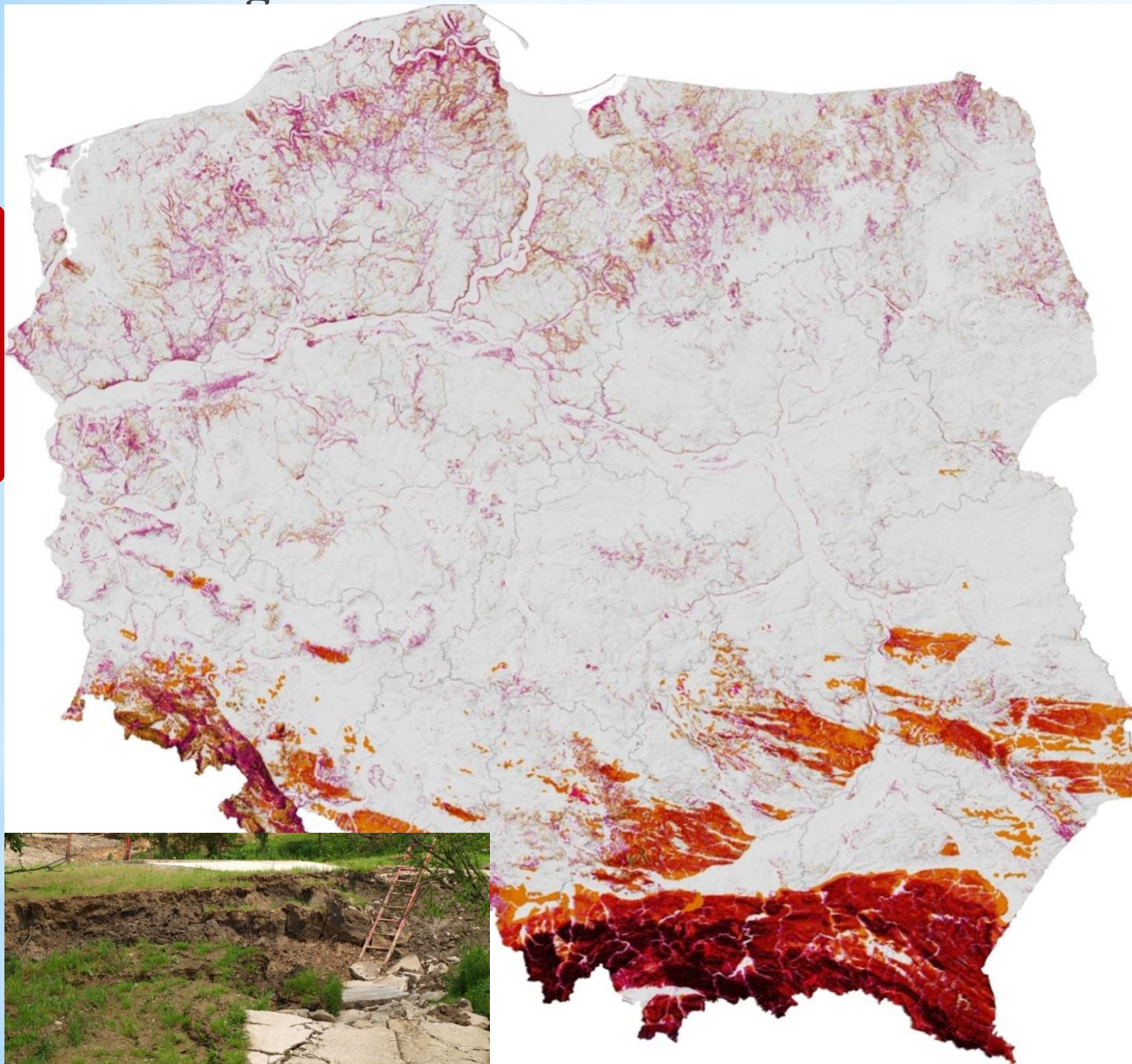
z jednej strony ograniczenia negatywnych skutków spowodowanych przez osuwiska, a z drugiej utrzymania zagospodarowania

i funkcjonowania danego rejonu. Dlatego dla terenów osuwiskowych należy wykonać wnikliwą analizę wszelkich warunków już na każdym etapie poszczególnych procedur.



Zagrożenie osuwiskowe w Polsce

www.pgi.gov.pl



Wojciechowski i in., 2015



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

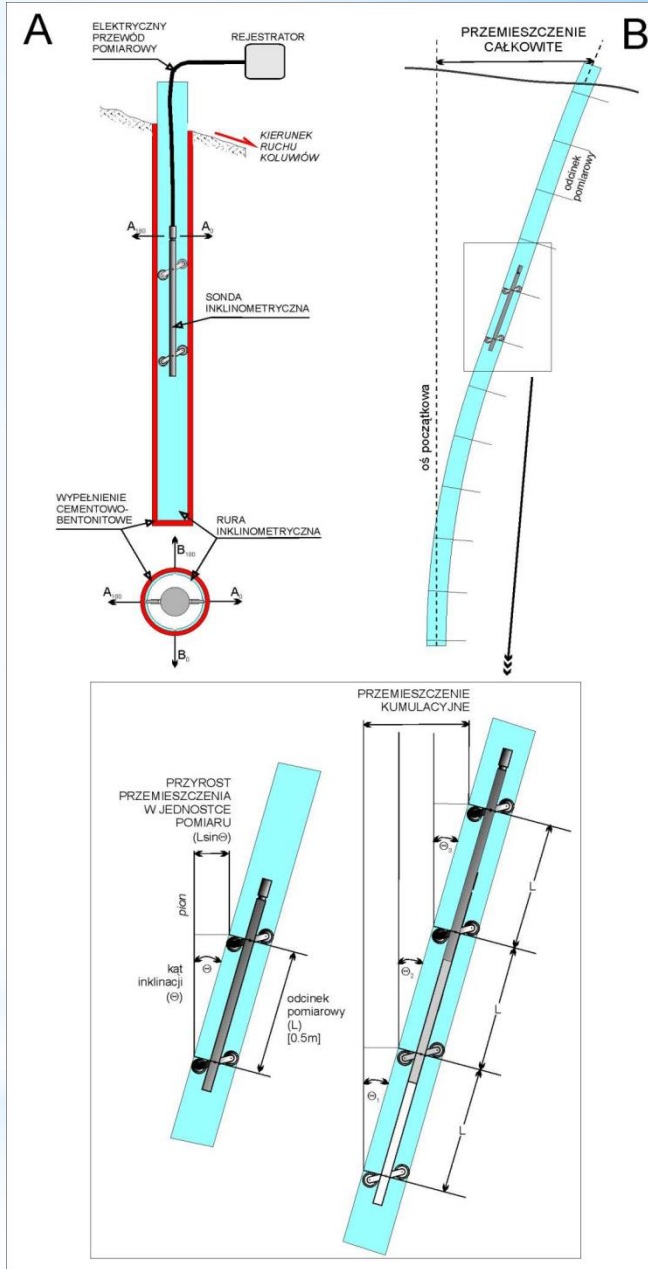
Metody monitoringu stosowane w Polsce

Monitoring wgłębny - inklinometryczny →

Monitoring powierzchniowy -
(skaner laserowy, odbiorniki GPS)

Lotniczy skaning laserowy

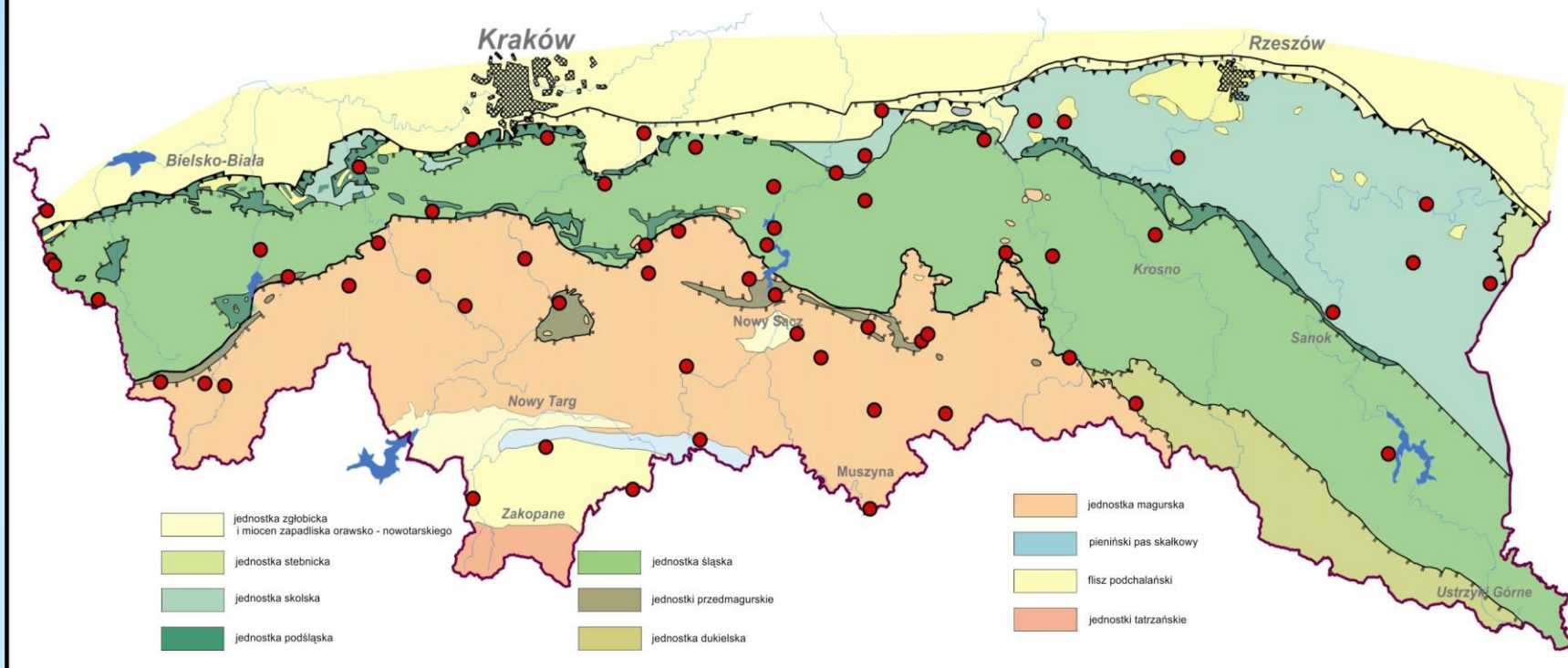
Monitoring satelitarny -
(interferometria satelitarna)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

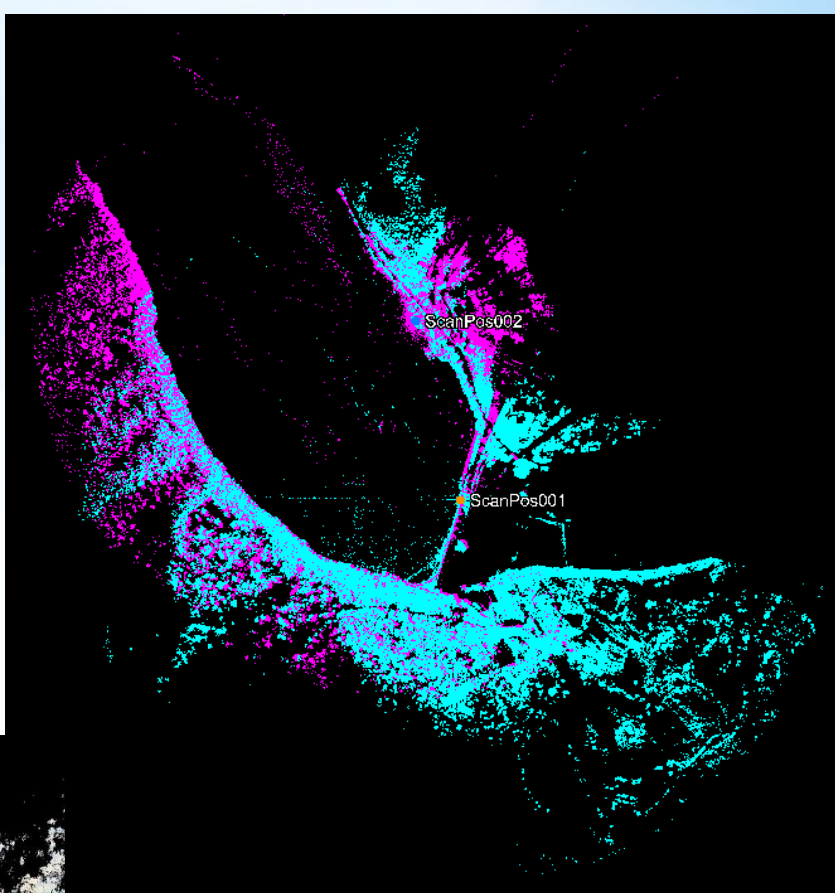


MONITOROWANE OSUWISKA NA TLE JEDNOSTEK GEOLOGICZNYCH



Pomiary na 61 osuwiskach:

- monitoring powierzchniowy (*pomiary GPS i skaniny laserowe*)
- monitoring wgłębny (*pomiary inklinometryczne*)
- monitoringu hydrogeologicznego i opadowego (*pomiary zmian poziomu zwierciadła wody i deszczomierze*)



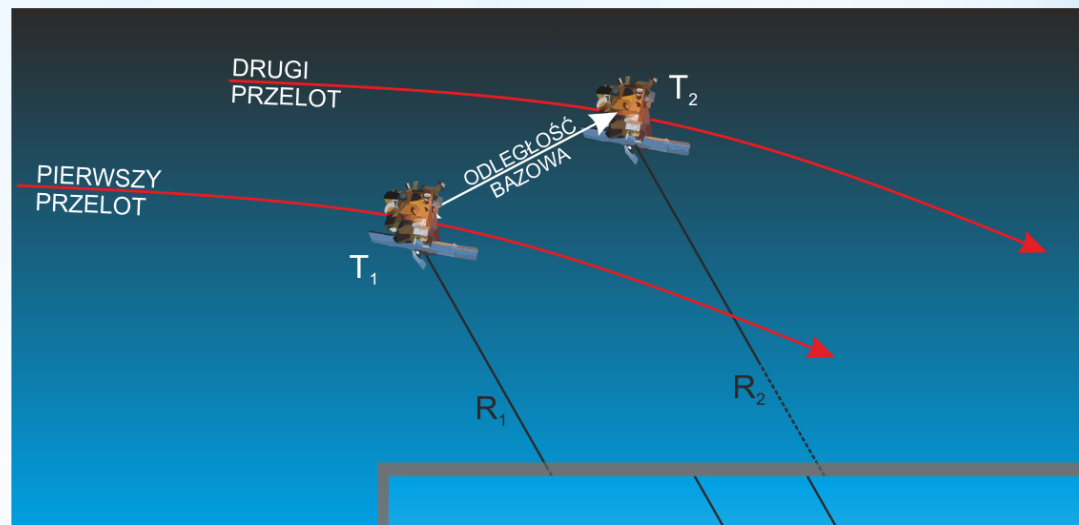
Naziemny skanowanie laserowe



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Satelitarna Interferometria Radarowa InSAR

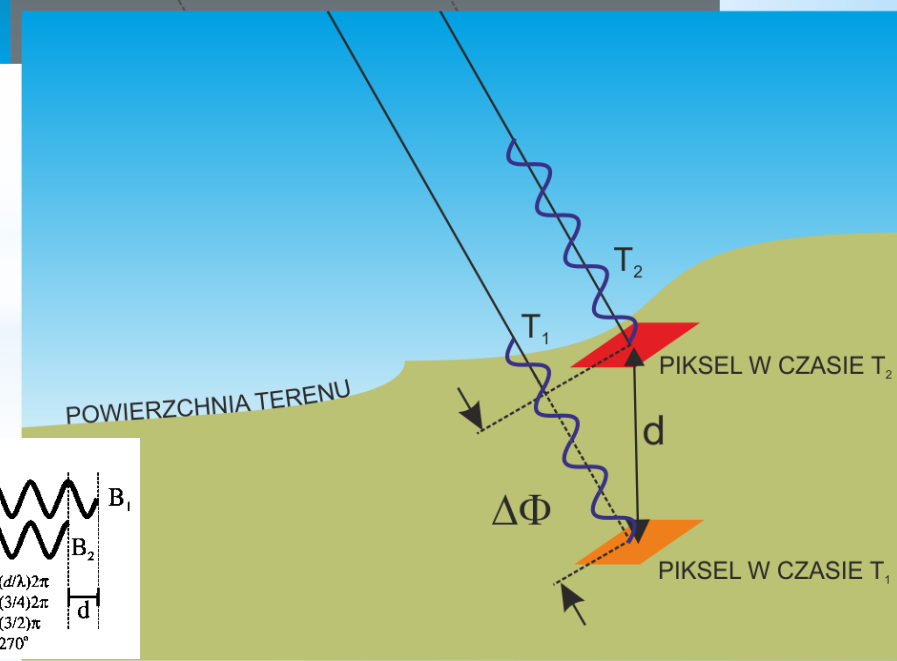
www.pgi.gov.pl
Metoda wykorzystująca wzajemne przesunięcia (różnice) fazy dwóch zobrażeń SAR samego obiektu.



Baza geometryczna - różnica pozycji sensora pomiędzy obserwacjami

Baza czasowa - czas jaki upłynął pomiędzy wykonaniem obserwacji

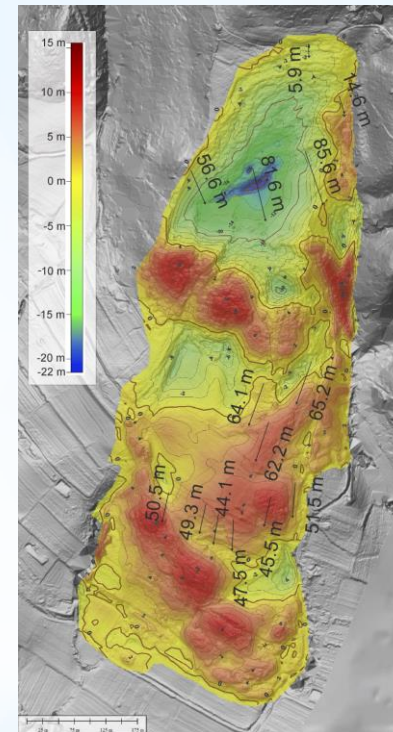
d - deformacja
 $\Delta\Phi$ - różnica fazy



The diagram shows two waves, labeled A and B_1 , interfering. The wavelength is labeled λ . The distance between the two points is labeled d . The phase difference is labeled $\Delta\Phi$.

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= (d/\lambda)2\pi \\ &= (3/4)2\pi \\ &= (3/2)\pi \\ &= 270^\circ\end{aligned}$$

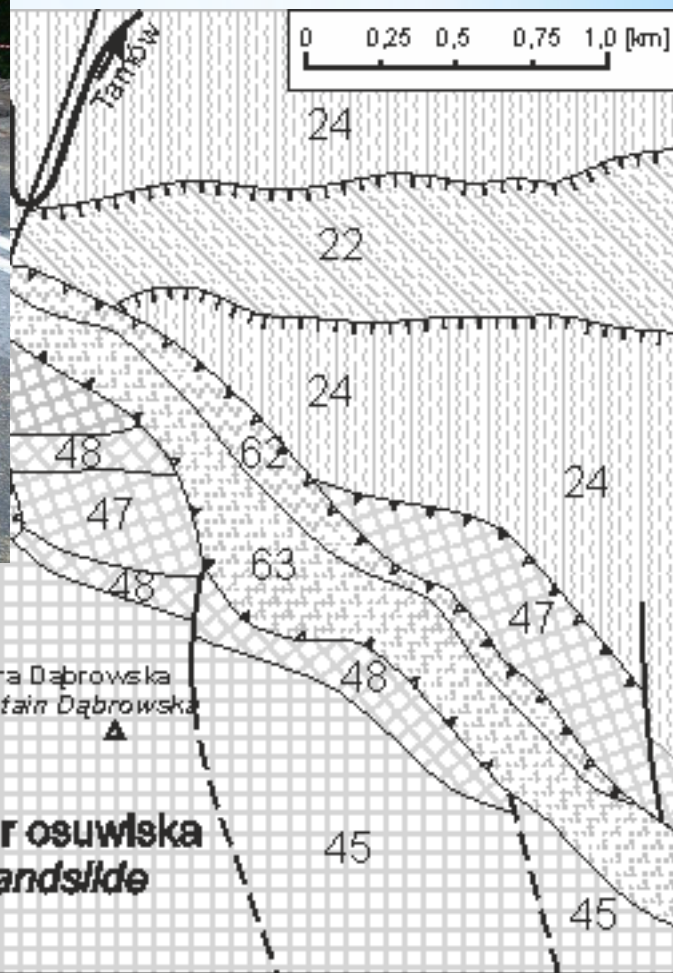
**Osuwisko w Kłodnem (powiat limanowski)
– powstałe w czerwcu 2010 r. (zniszczone
wszystkie
budynki: 20 mieszkalnych i 18
gospodarczych)**



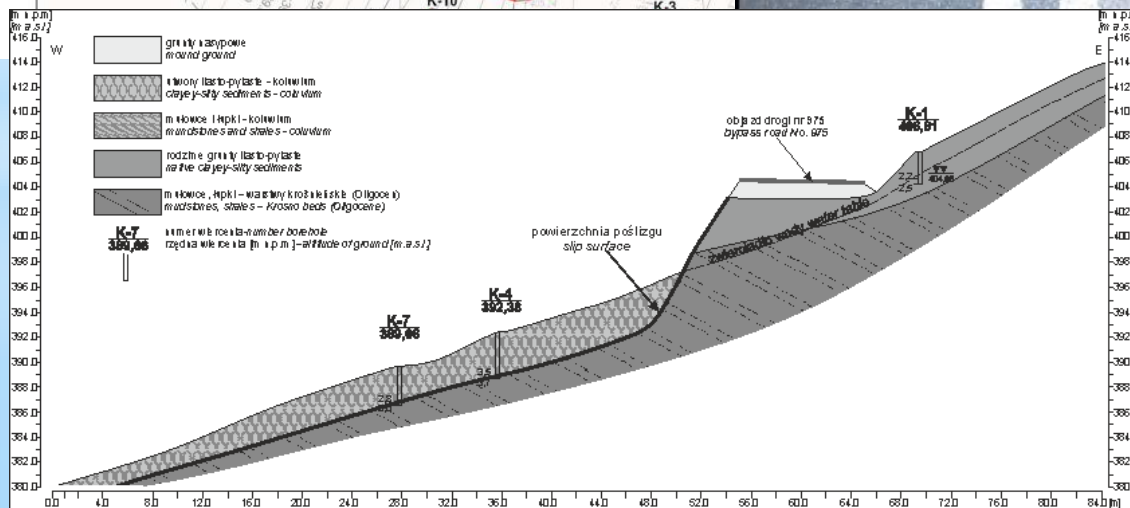
**Mapa wielkości przemieszczeń z danych
satelitarnych -**

*Osuwisko w „Kurowie”





Mapa z I etapu rozpoznania osuwiska

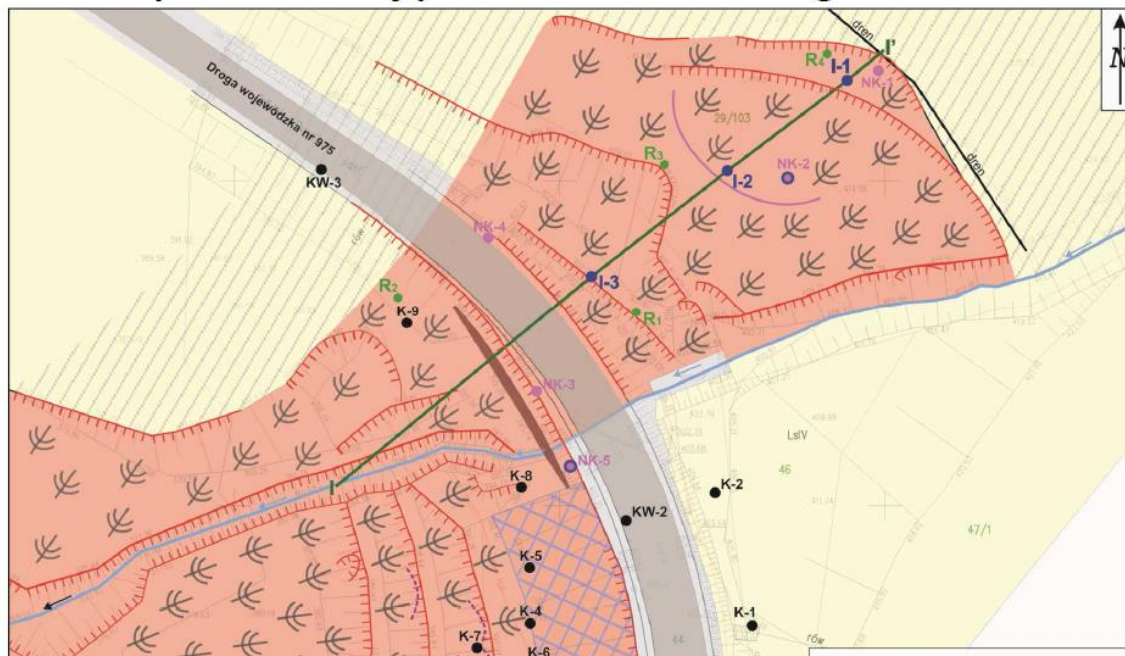


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

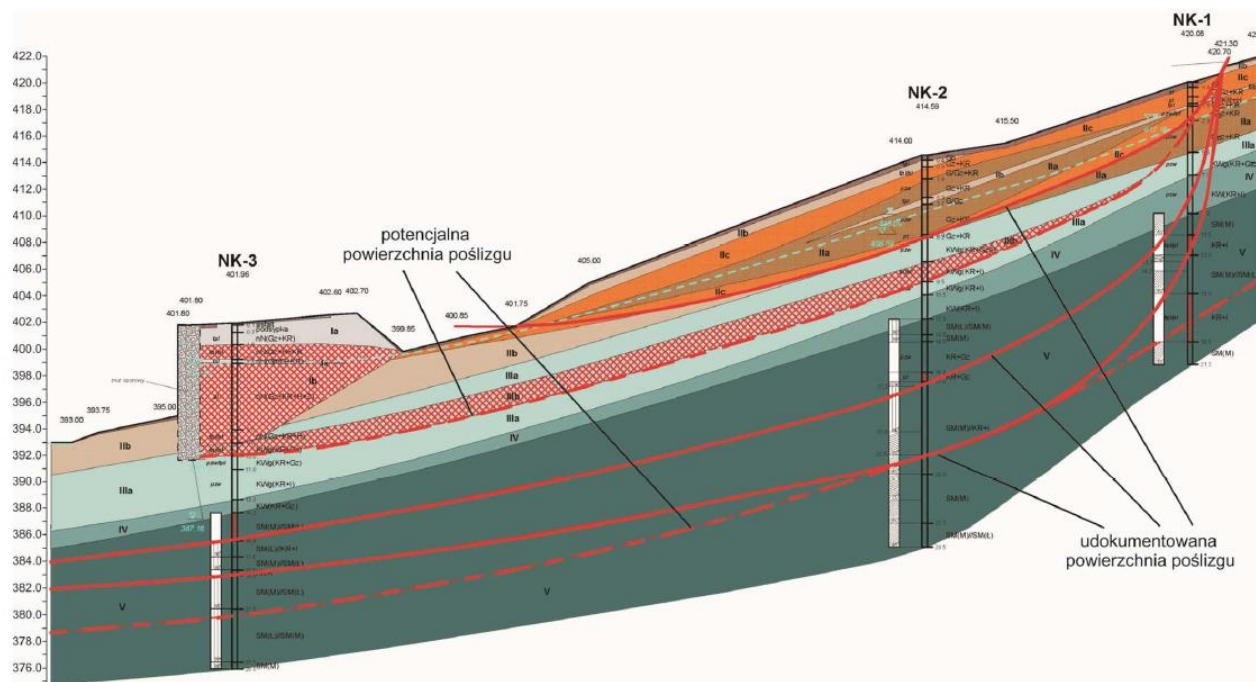
* Górna część osuwisk w Kurowie powyżej drogi



Mapa z lokalizacją elementów monitoringu osuwiska



PRZESKÓJ 2-2'

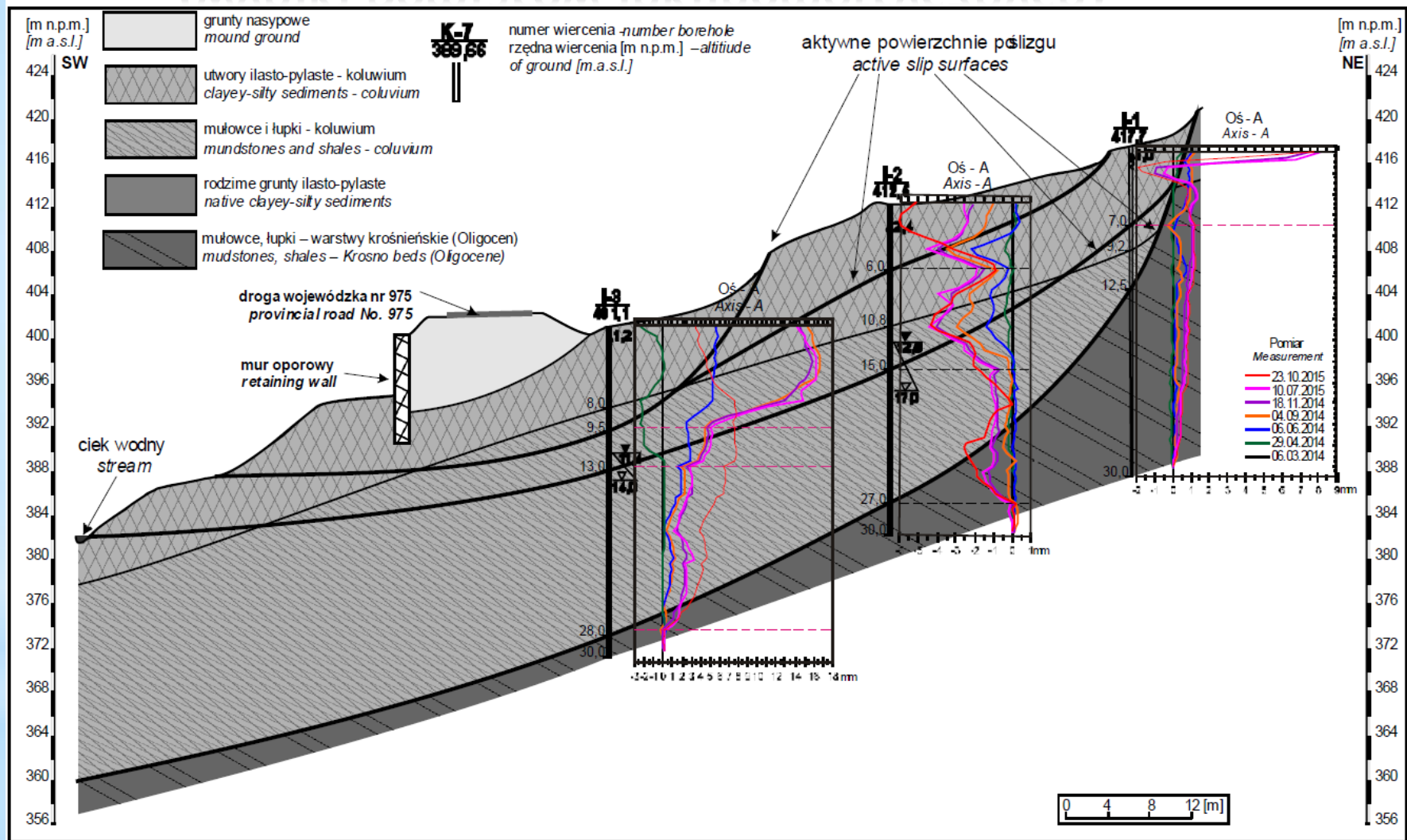


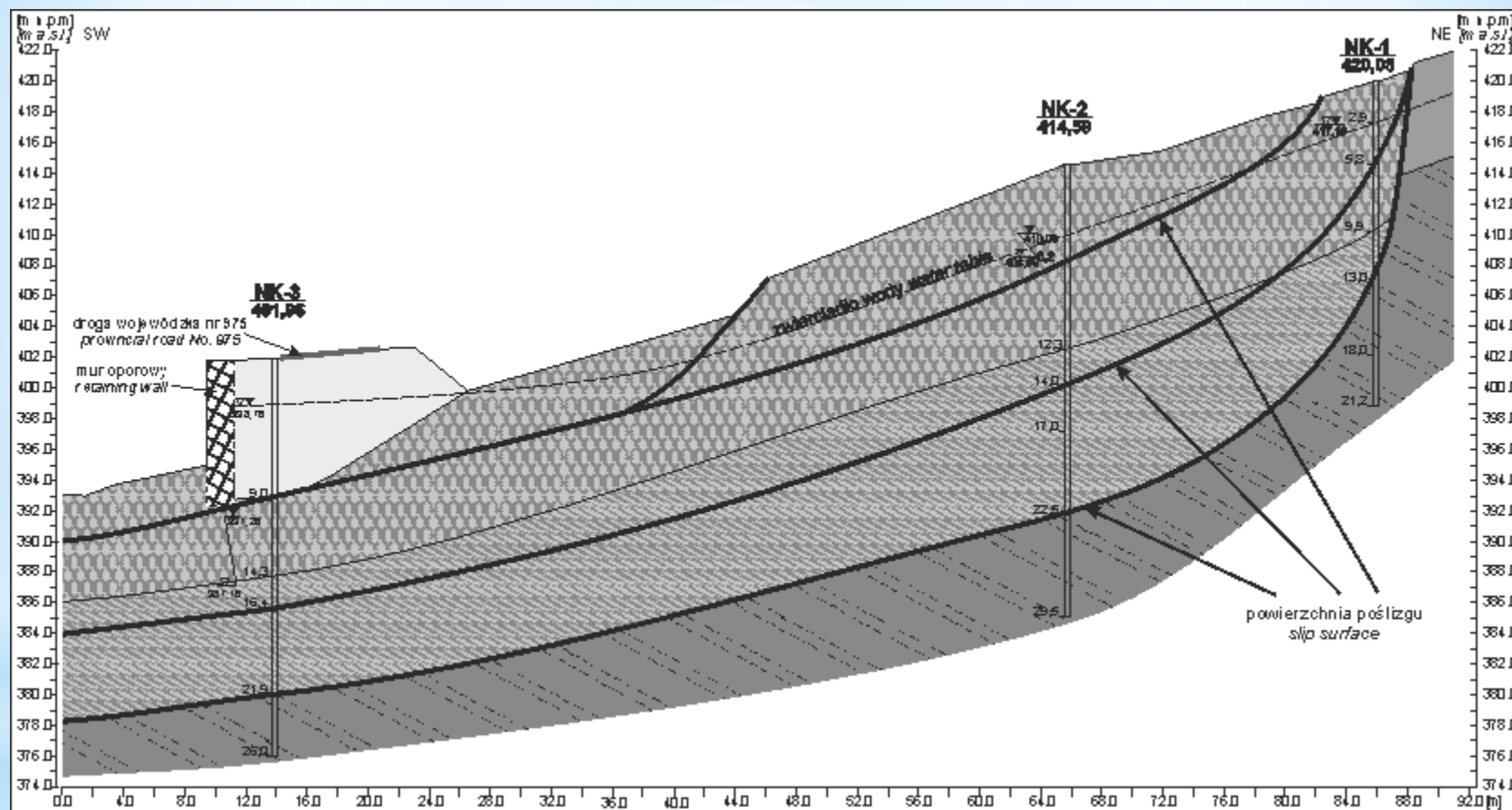
Pozostała część
północna do
zabezpieczenia,
ale jest to
głębokie i
czynne osuwisko



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

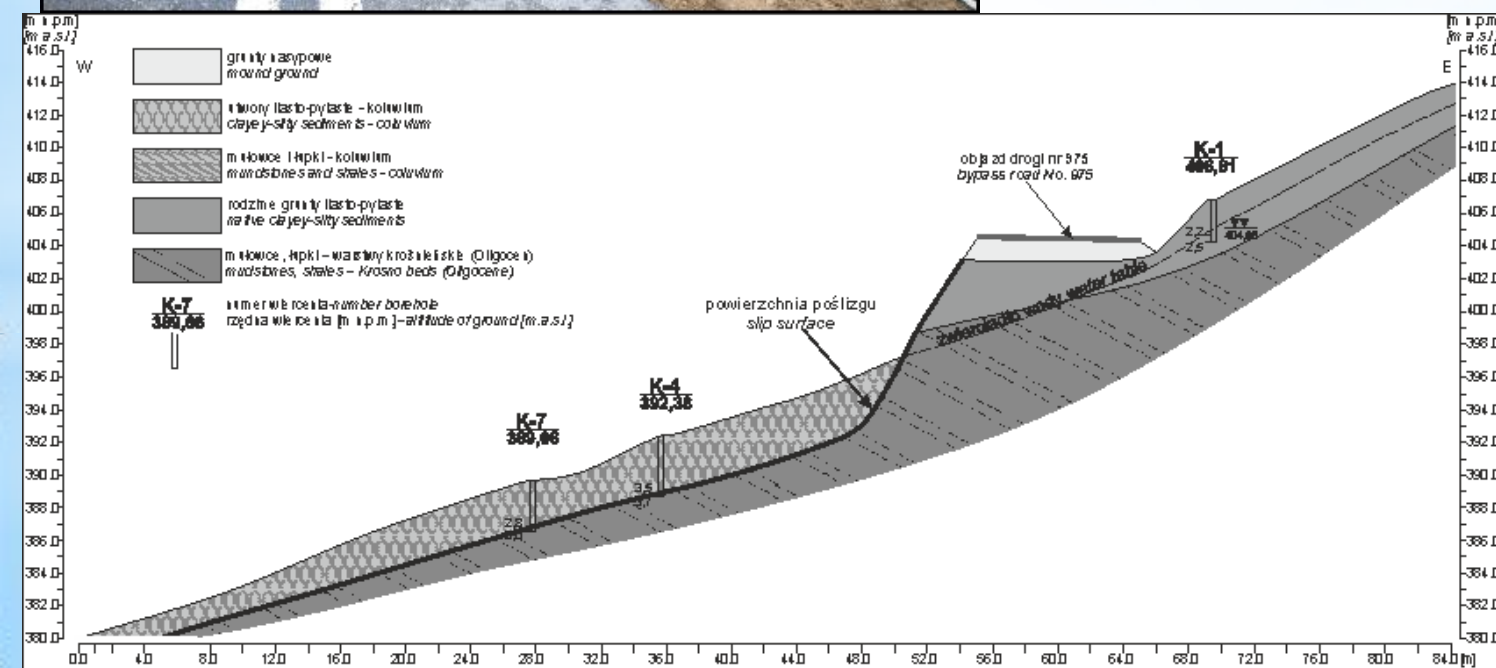
* Przekrój geologiczny przez osuwisko w Kurowie (wyniki pomiarów inklinometrycznych)





* Powierzchnia poślizgu na rdzeniu w skałach







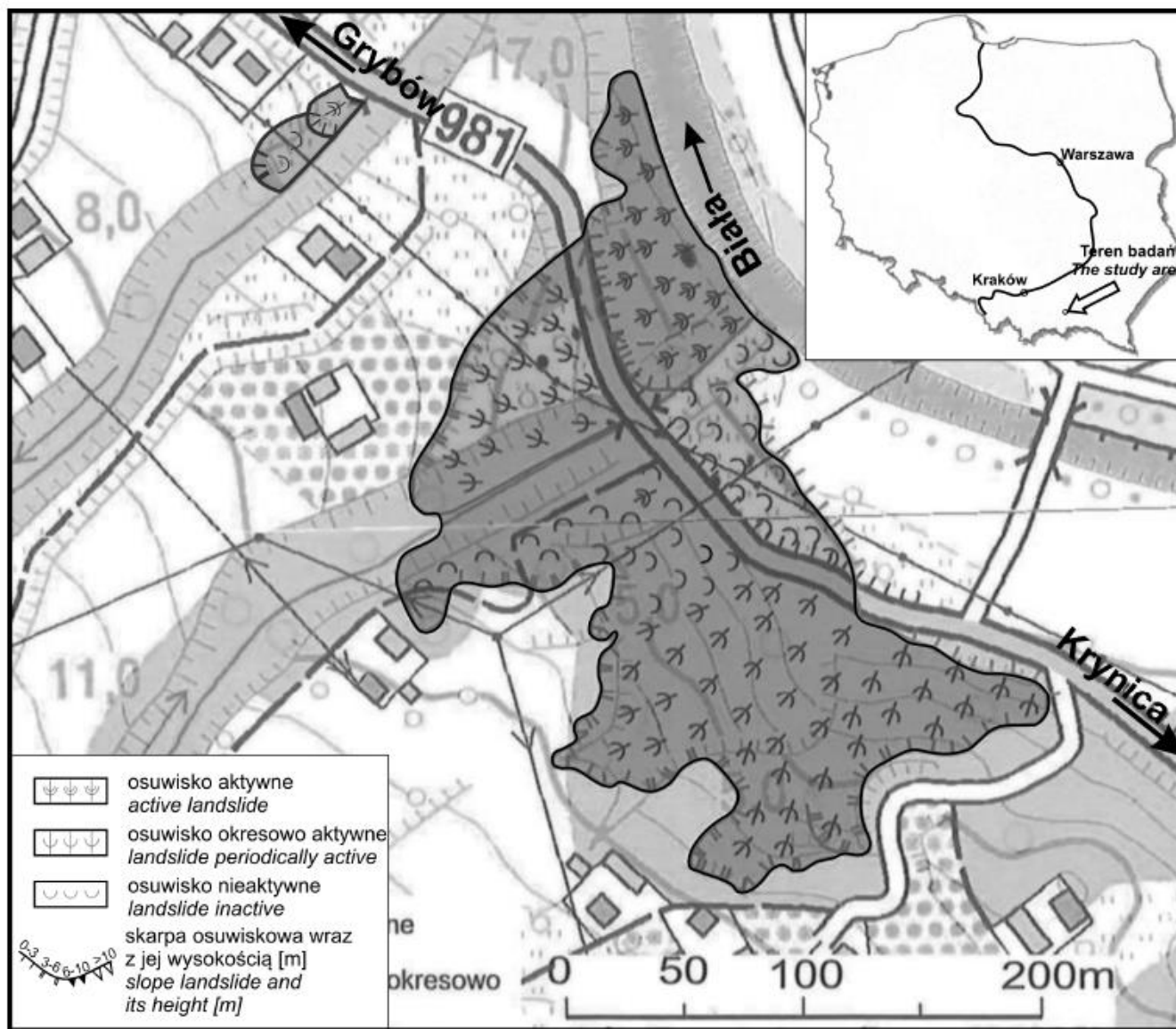
Część południowa została zabezpieczona, ale co dalej z północnym fragmentem

*Osuwisko w Kąclowej





Osuwisko w Kąclowej



Aktywne ok. 2001 r
i zabezpieczenie,
bez rozpoznania

Aktywne w 1014

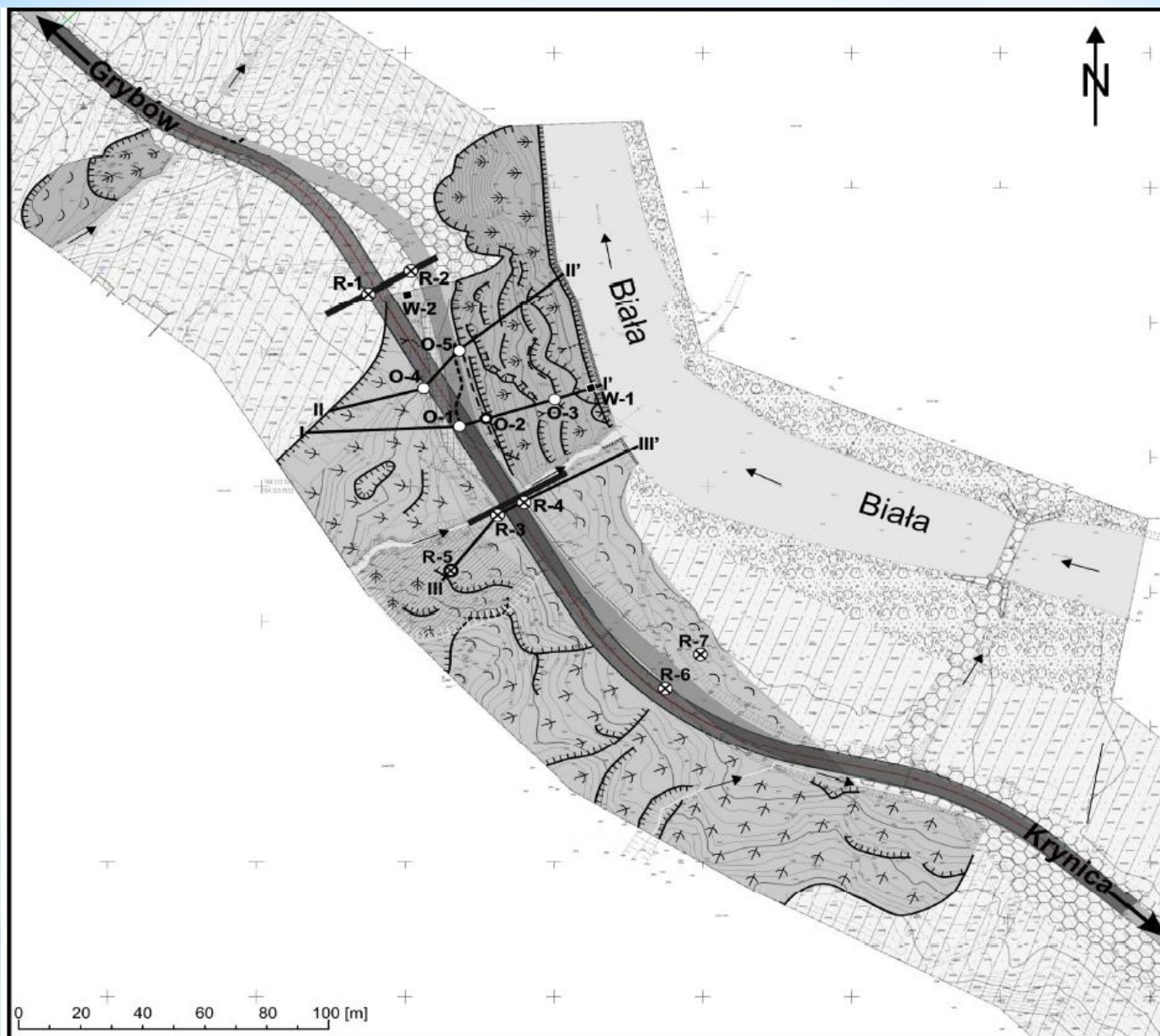


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Osuwisko w Kąclowej - 2014 r i stare zabezpieczenia

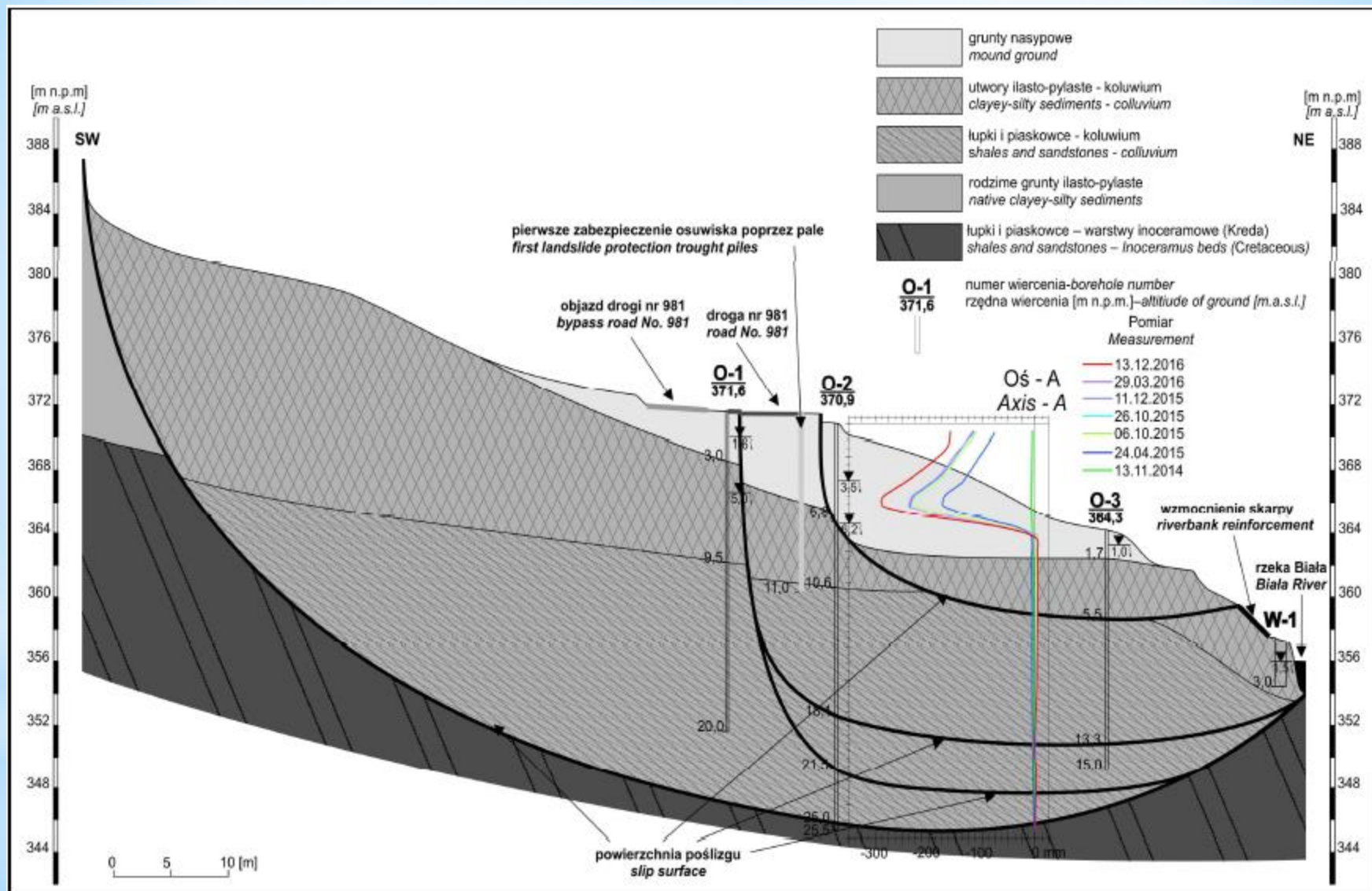


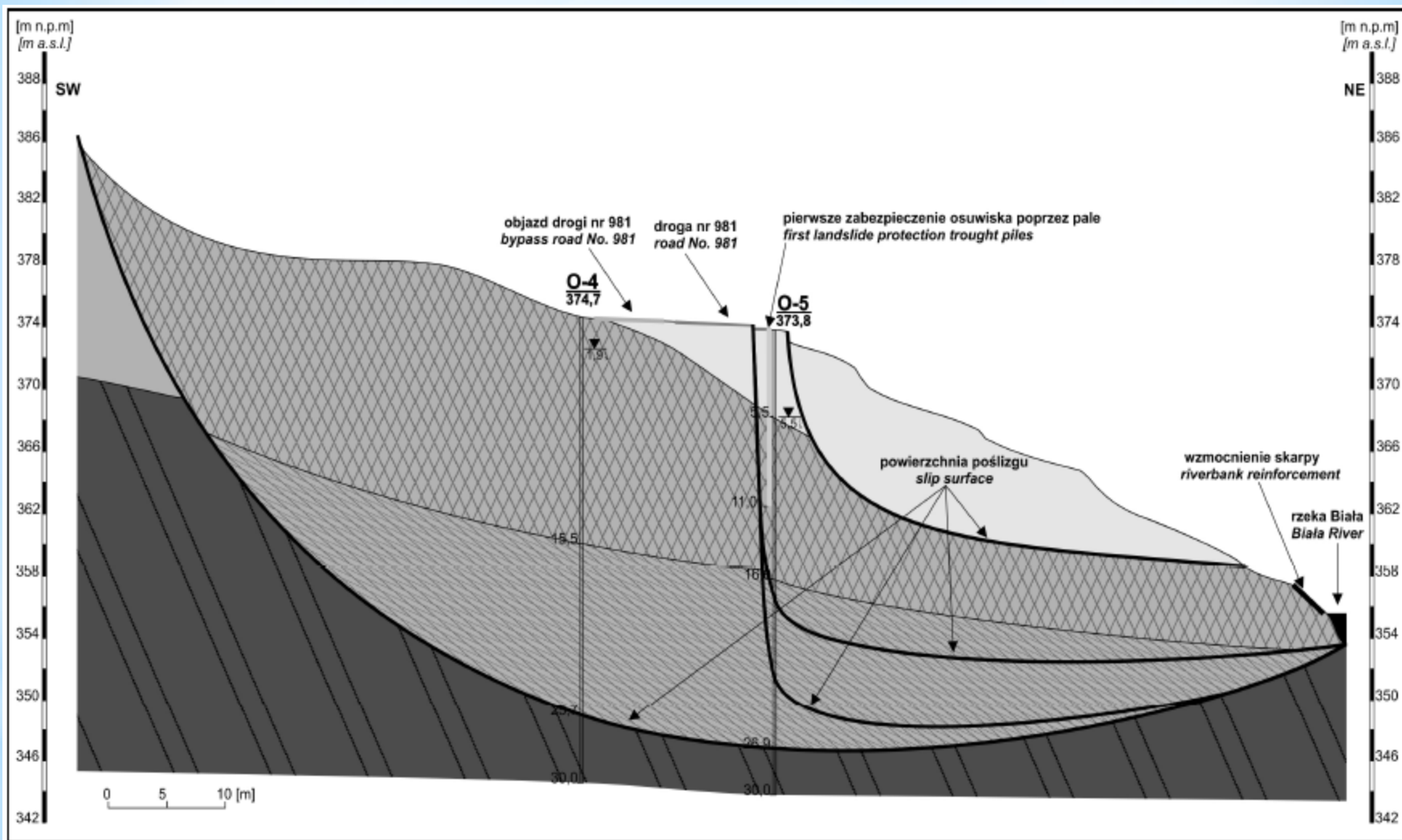


Rozpoznanie 2015



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy





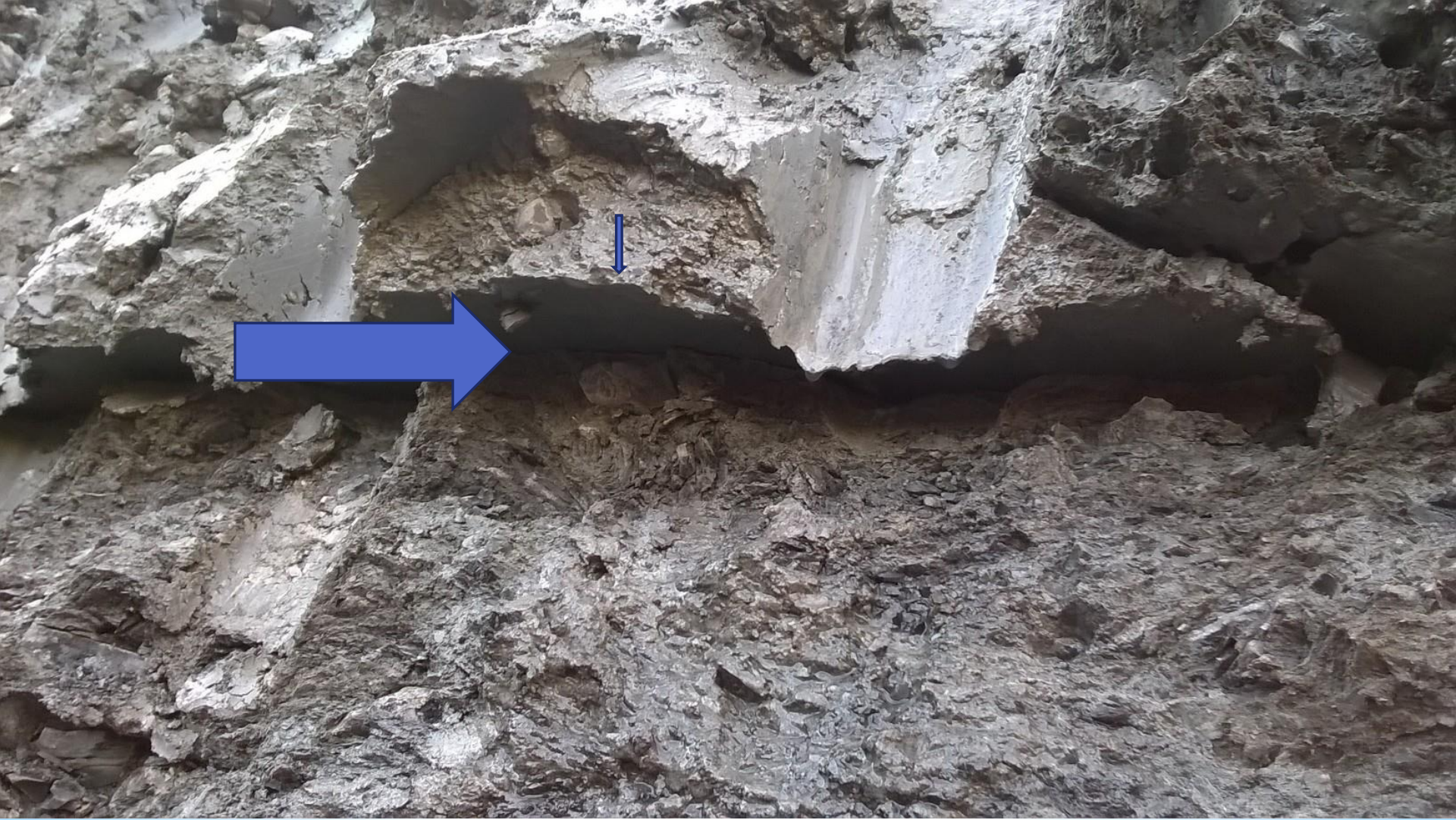


Teren przed rozpoczęciem prac budowlanych

Uaktywnienie się osuwiska w czasie prac budowlanych



* Powierzchnia poślizgu



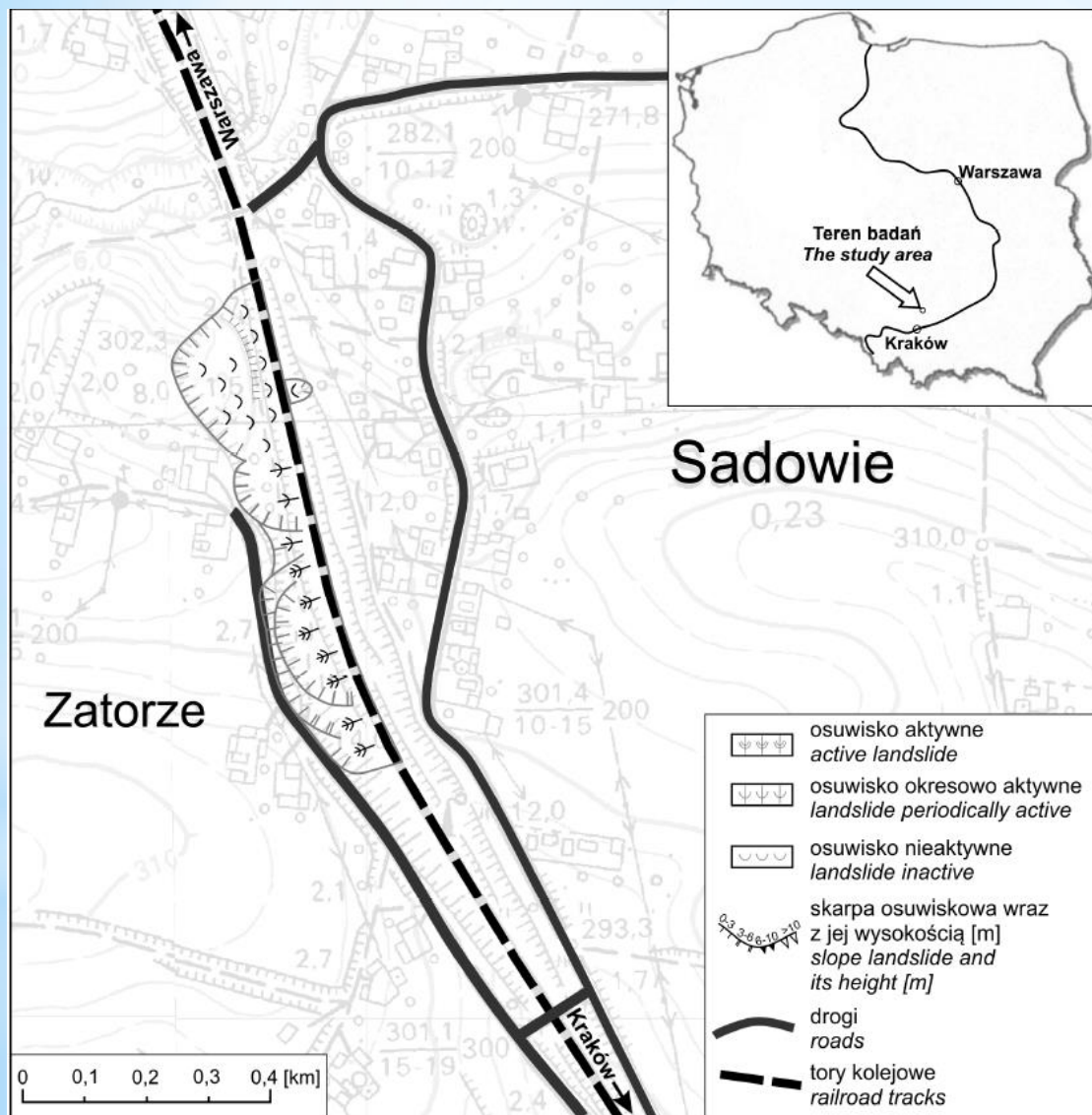


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

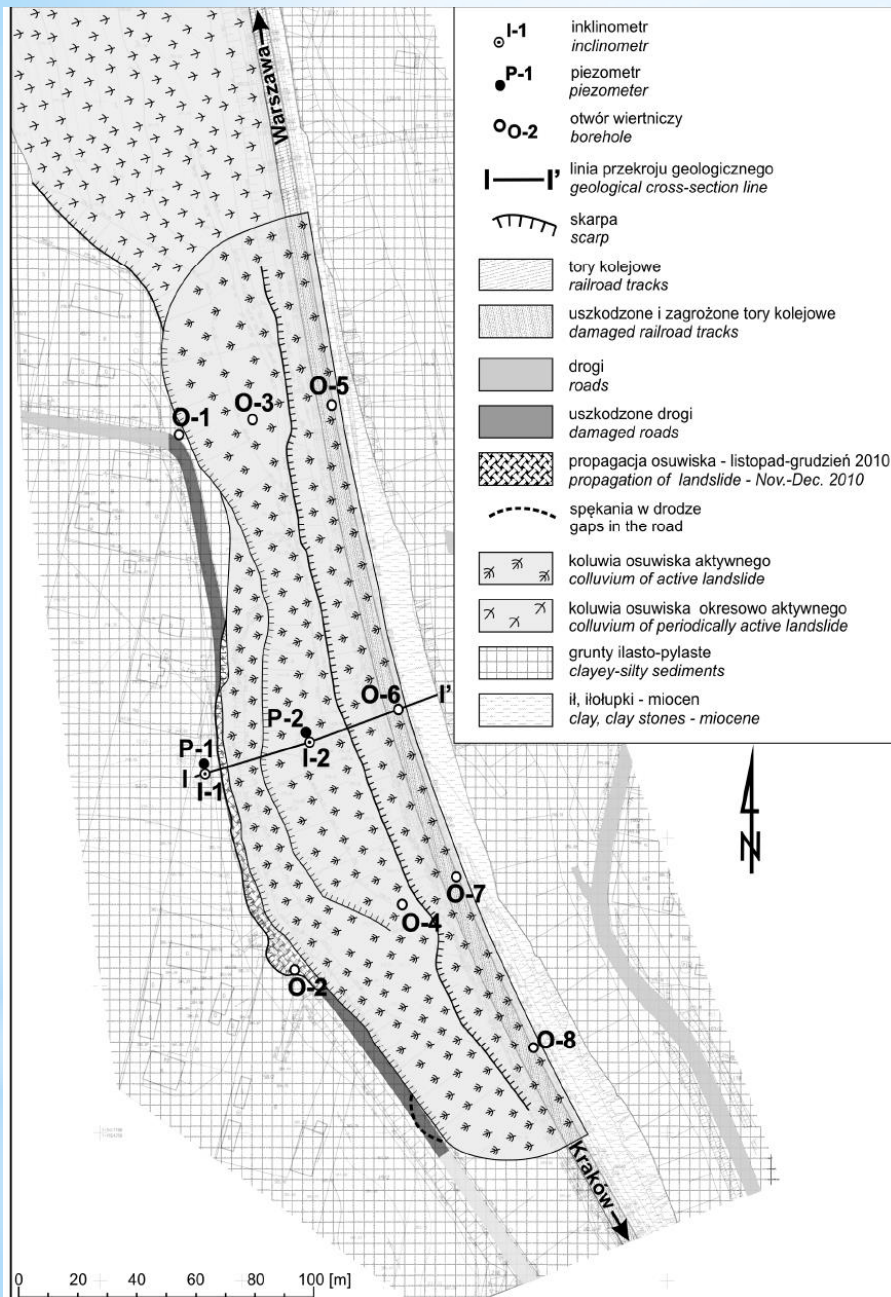
Osuwisko „kolejowe” w Sadowiu



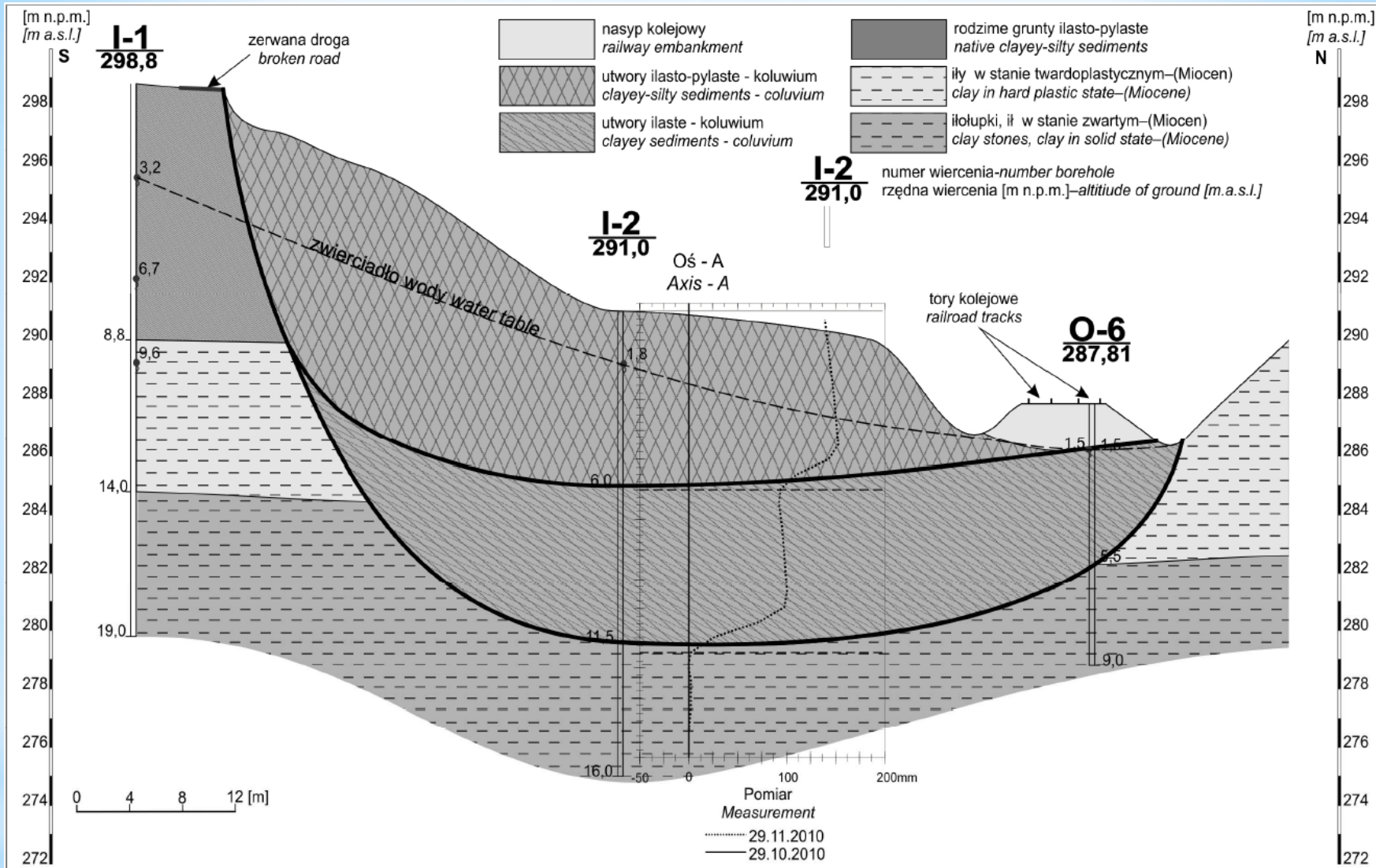
* Osuwisko w Sadowiu, które uszkodziło linie kolejową Kraków - Tunel







- * 1934 - zasypanie toru przez łyły i gliny;
- * 1941-42- duże osunięcie;
- * 1945 - wykonywano prace badawcze z ramienia PIG;
- * 1948 - wykonano odwodnienie wzdłuż torów oparte o 12 studni;
- * 1953 - gwałtowne uruchomienie osuwiska, zniszczenie i przesunięcie torów o 0.8 m
- * torów i urządzeń odwadniających. Zabezpieczenie związane było z systemem
- * odwodnienia w postaci studni oraz sączków i rowów ;
- * 1962 - ponowne uruchomienie osuwiska, zabezpieczenie za pomocą głębokiego
- * drenażu
- * 2010 - przemieszczenie powierzchniowe i wglębne mas skalnych, sięgające poniżej
- * powierzchni torów i uszkodzenie torów poprzez ich wgłębienie ku górze oraz
- * zniszczenie drogi poprzez przemieszczenie się skarpy głównej ku zachodowi.

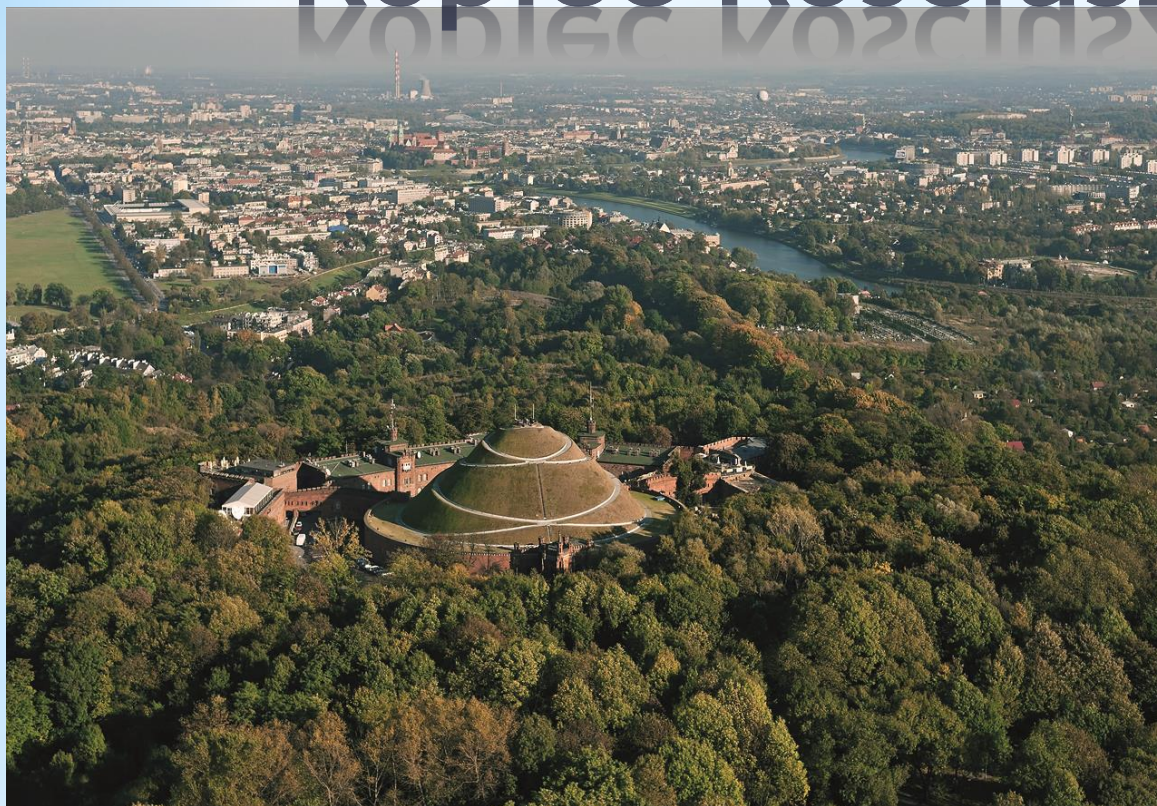


Osuwisko po rozpoznaniu został trwale zabezpieczone

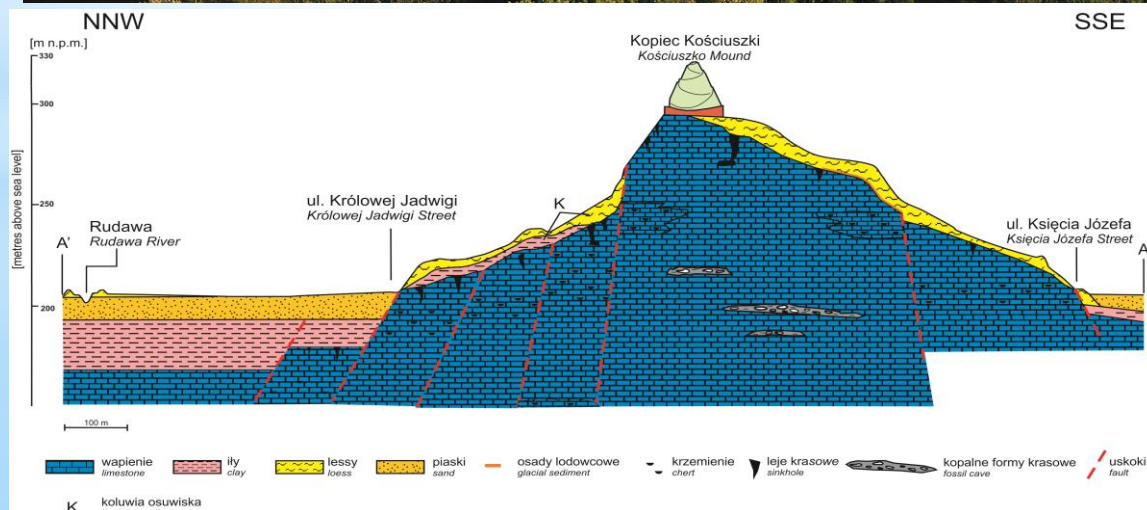


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

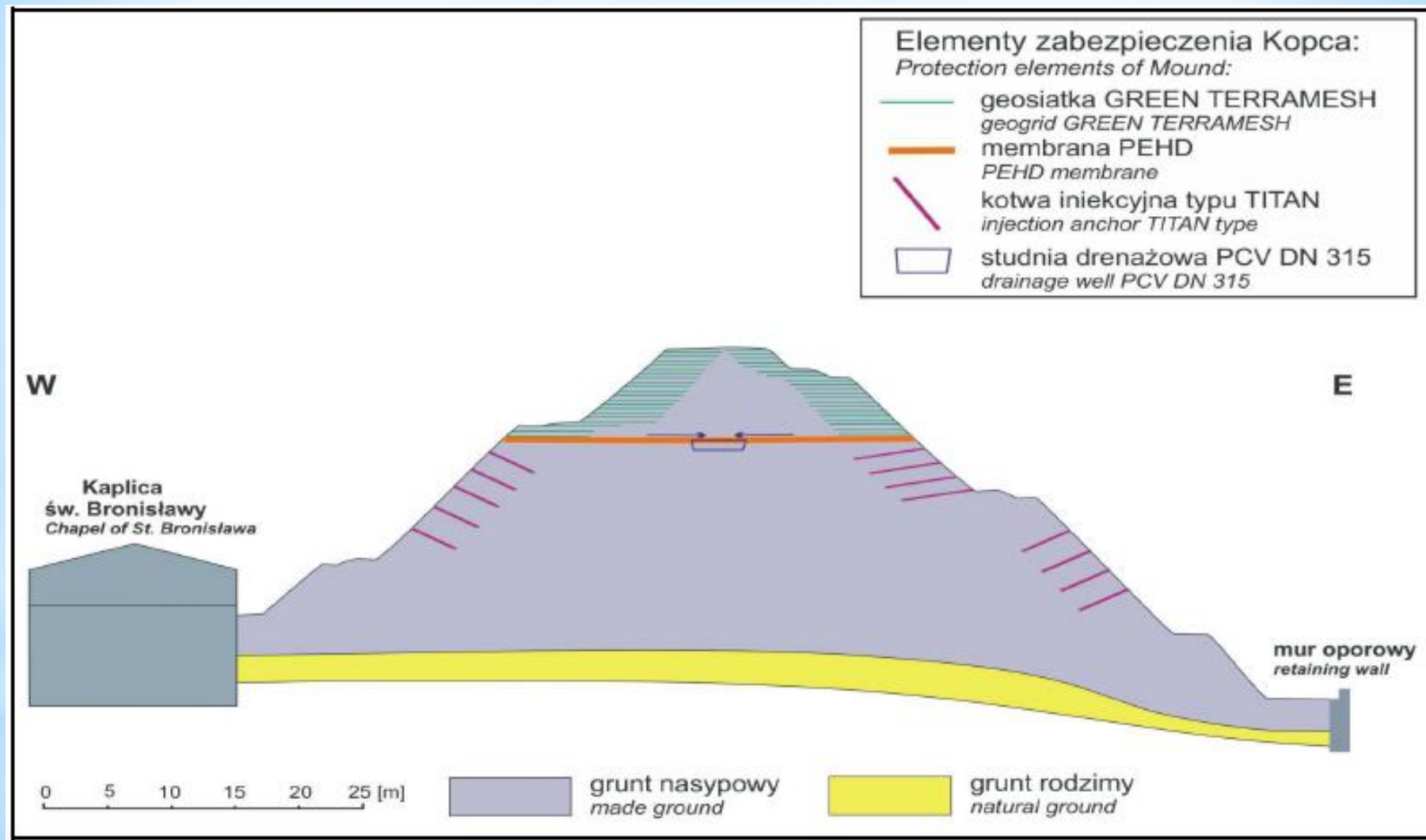
Kopiec Kościuszki



1820-23 budowa Kopca
 1830-1840 problemy ze statecznością
 1845-46 naprawy konserwatorskie Kopca
 1919 - naprawy konserwatorskie
 1979-1980 prace projektowe i zabezpieczające
 1989-1990 - ponowne uszkodzenia Kopca i wykonano zabezpieczenia
 1997-98 - uszkodzenia Kopca

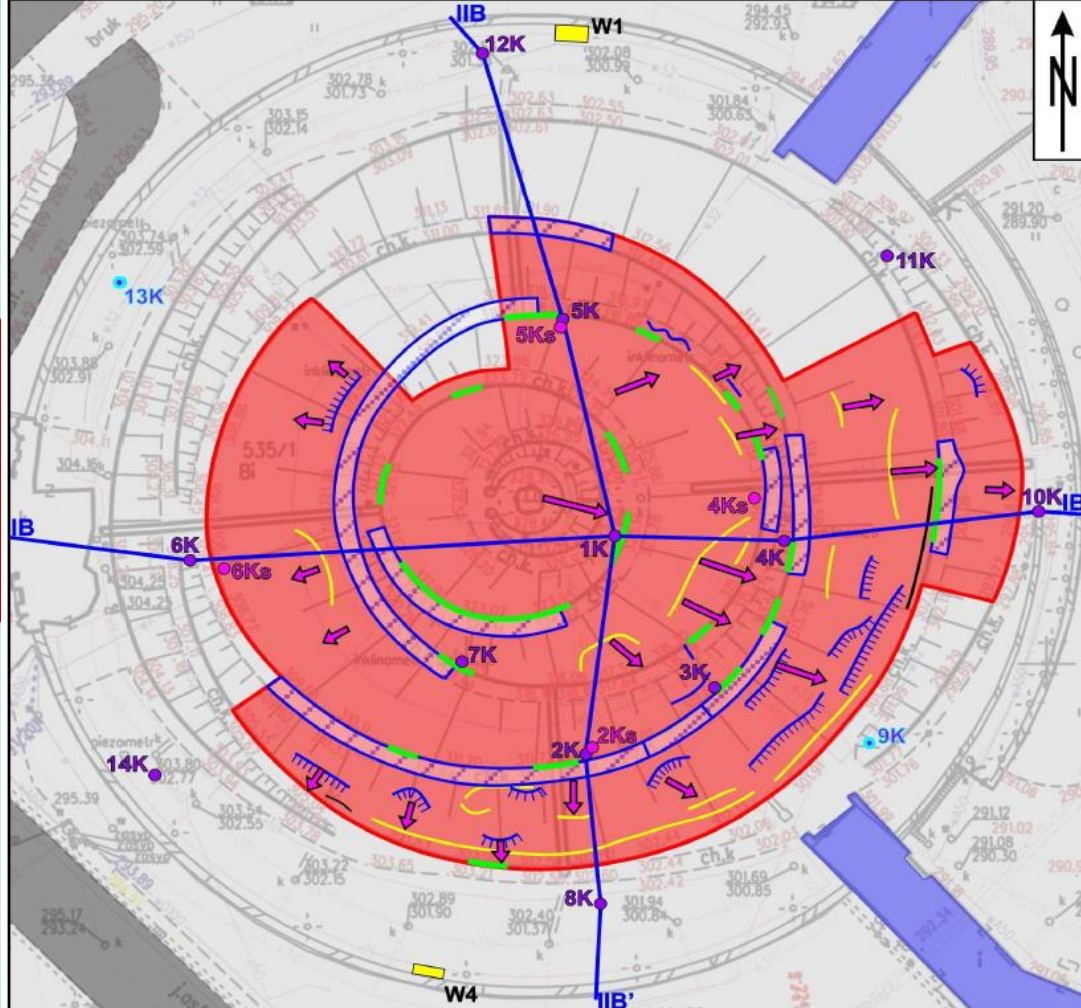


2000-2002 naprawa i zabezpieczenie (zabezpieczenie bryły do głębokości 11 m przy rozpoznaniu geologicznym do 4 m)



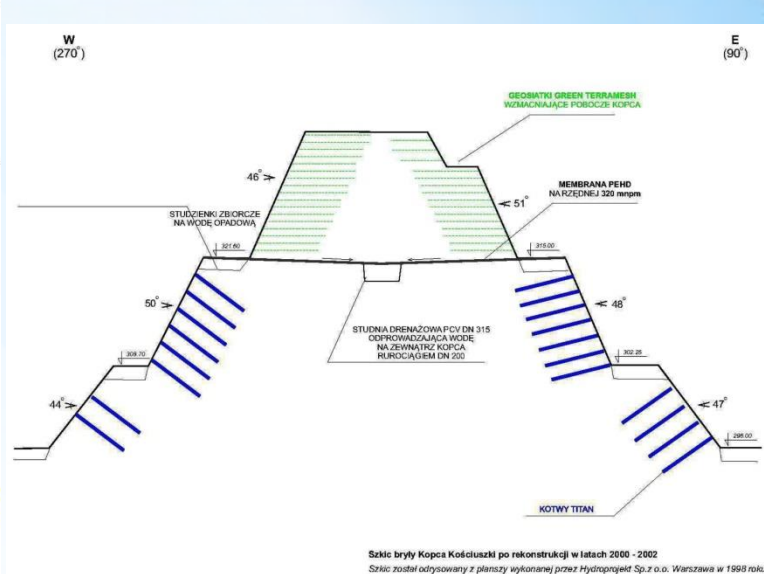
*Kopiec Kościuszki w czasie naprawy - założenie membramy





- **11K** - otwory geologiczno-inżynierskie pionowe
- holes drilled geological and engineering vertically
- **4Ks** - otwory geologiczno-inżynierskie skośne
- holes drilled geological and engineering at a twill
- **9K** - piezometr
- piezometers
- **W1** - odkrywyki fundamentowe
- pit foundation
- **IB—IB'** - linia przekroju geologiczno-inżynierskiego
- section line geological-engineering
- - budynki
- buildings
- - droga asfaltowa
- asphalt road
- - koluwia osuwiskowe
- colluvium landslide
- - nasypy antropogeniczne
- embankment anthropogenic

- ~ - deformacje chodnika
- deformation of the pavement
- - spękanie poprzeczne chodnika
- transverse cracking pavement
- - spękanie podłużne chodnika
- longitudinal cracking pavement
- - szczelina, pęknięcie gruntu
- fissure, a crack in the ground
- - uszkodzony fragment muru
- damaged section of the wall
- - nowy fragment chodnika, wymieniony z powodu uszkodzeń
- a new piece of sidewalk, replaced because of damage
- ~ - skarpy z osuwania
- slope with landslides
- - kierunki przemieszczeń długość strzałek określa intensywność ruchów osuwiskowych
- directions of movements the length of the arrow indicates the intensity movements landslide

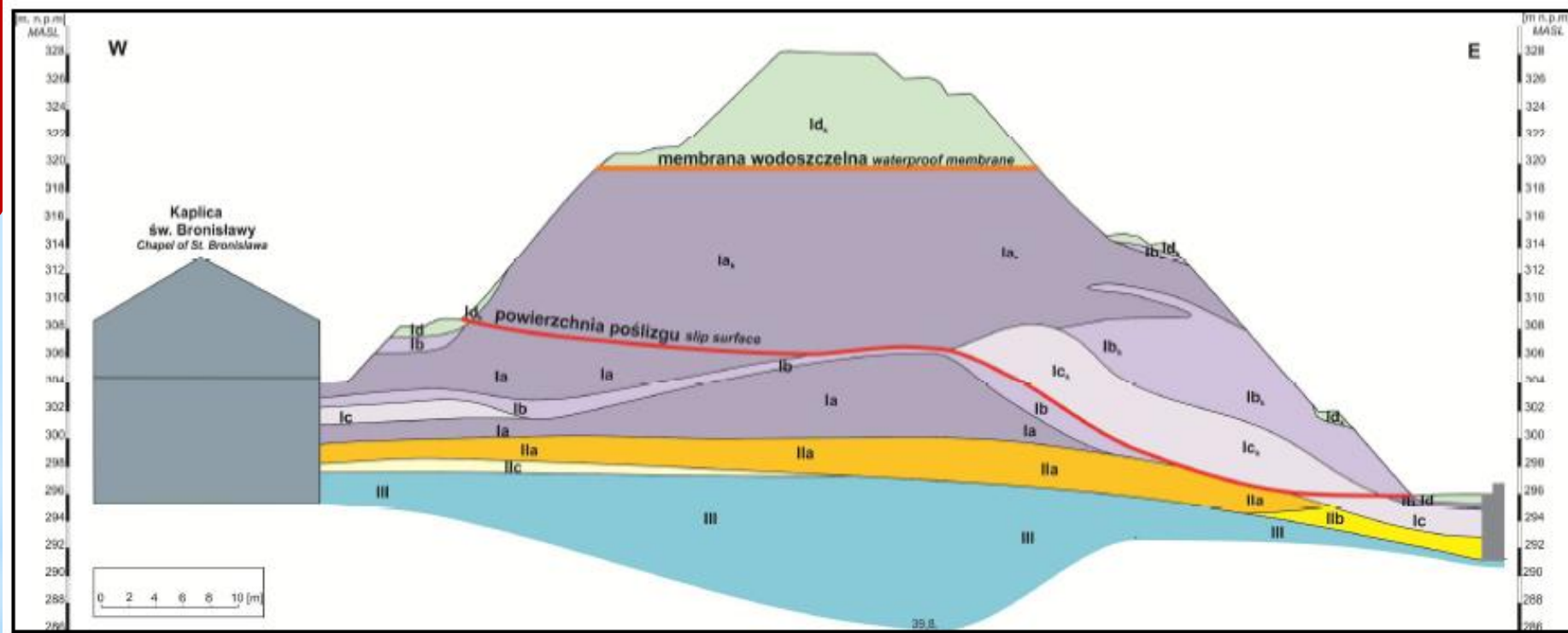


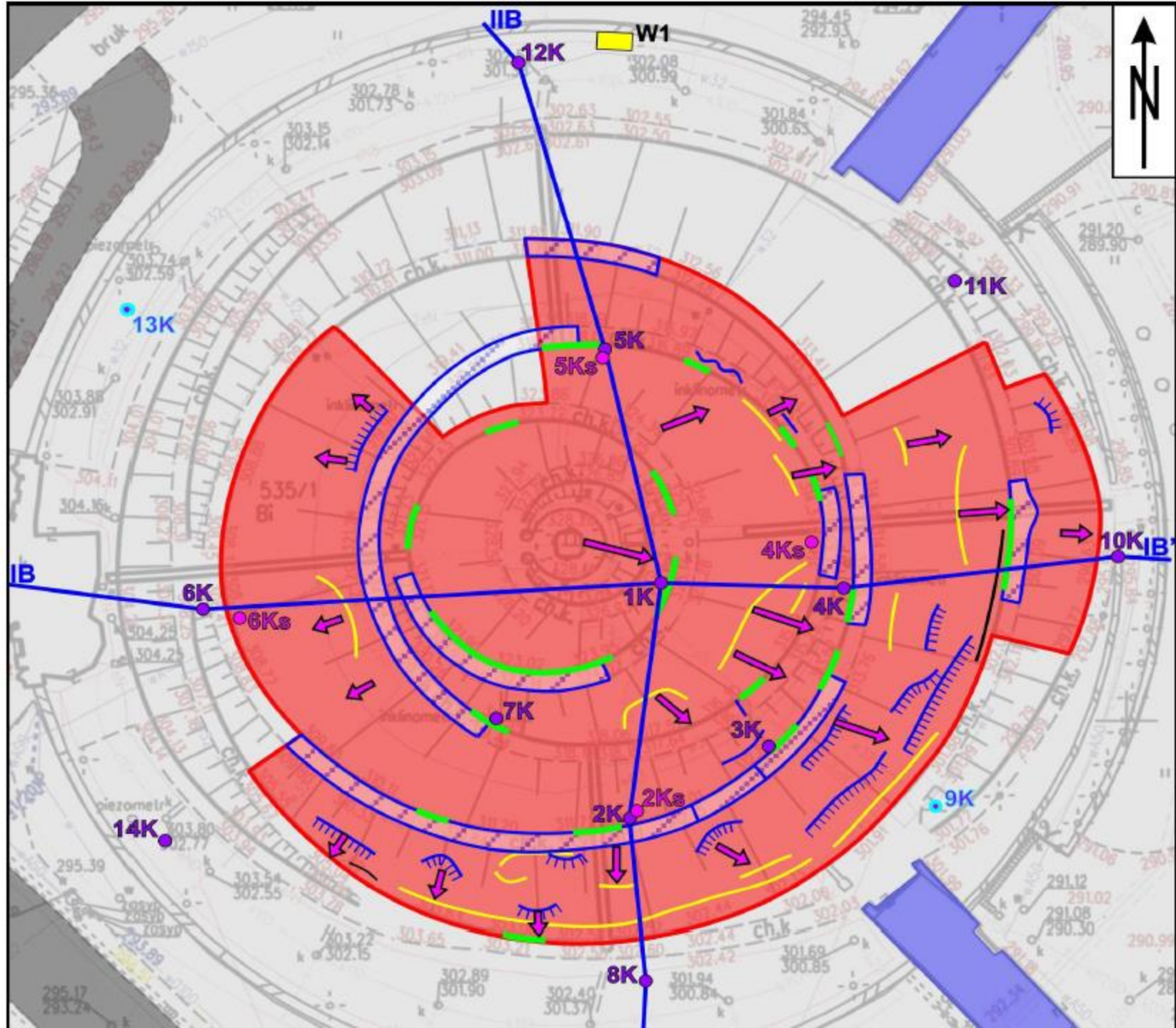
Szkic bryły Kopca Kościuszki po rekonstrukcji w latach 2000 - 2002
Szkic został odfotografowany z planu wykonanej przez Hydroprojekt Sp. z o.o. Warszawy w 1998 roku.

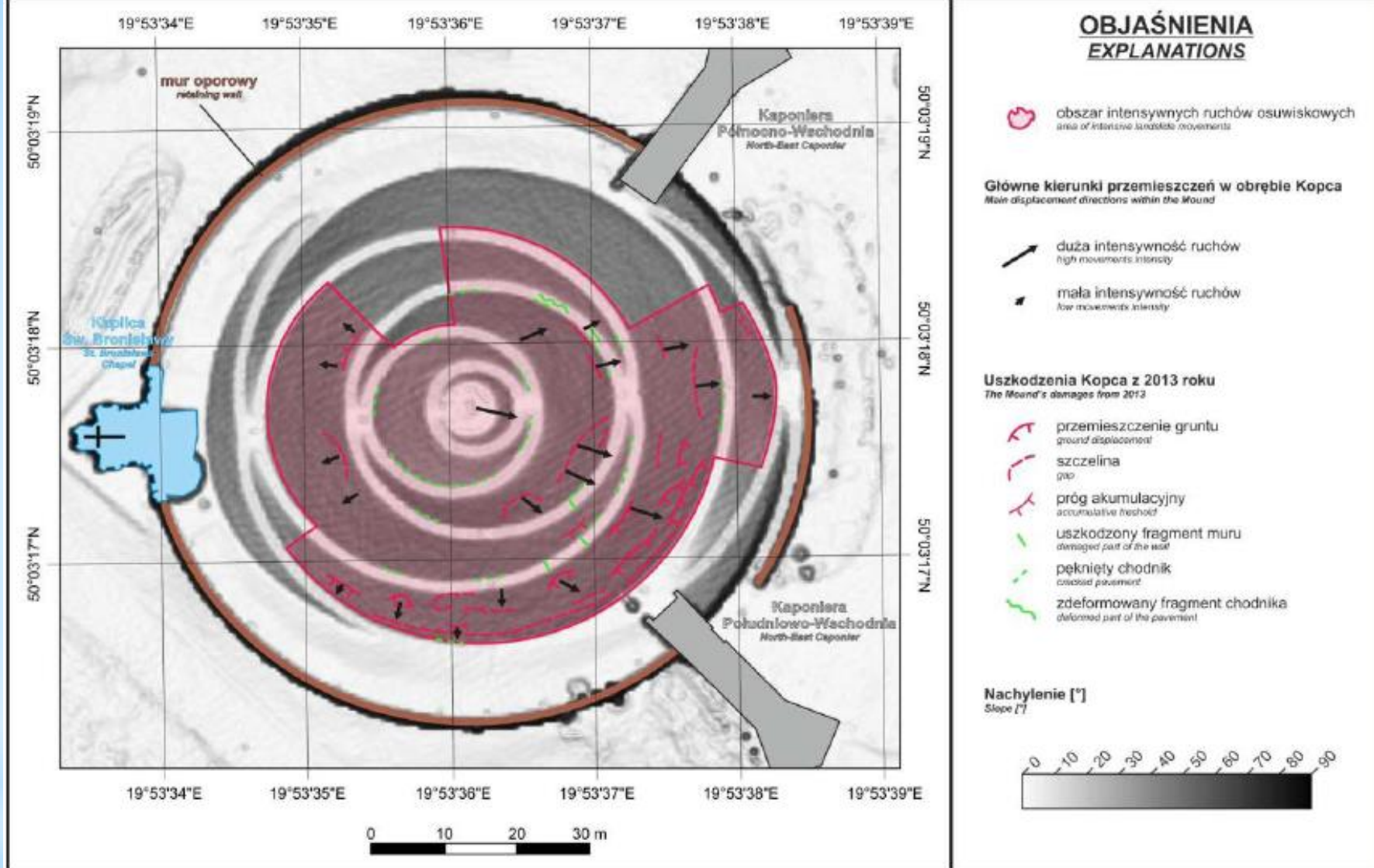


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

*Przekrój geologiczno-inżynierski

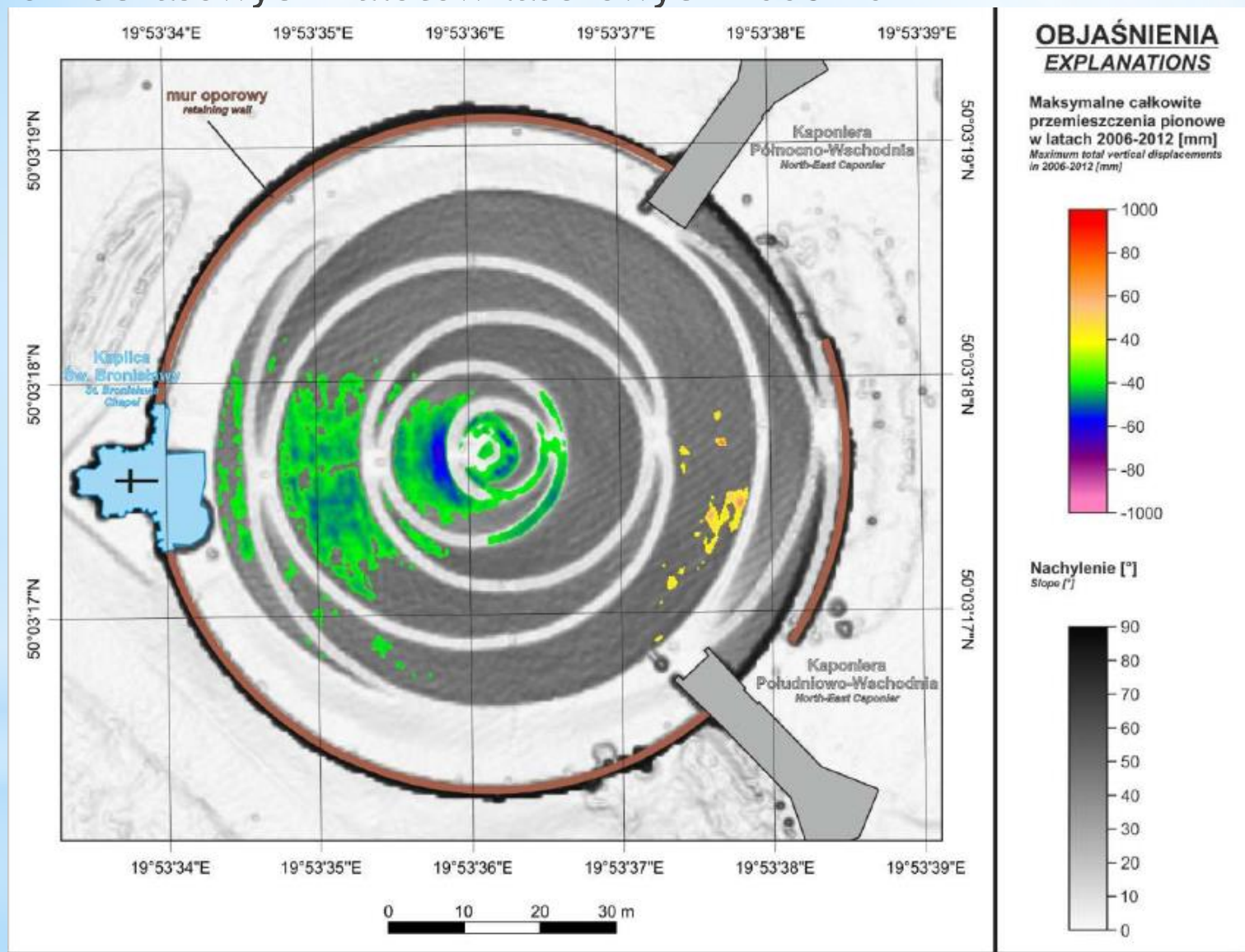






Zabezpieczenia 2002 roku są nieskuteczne i dalej obserwowane są przemieszczenia w obrębie Kopca

* Różnicowy model wysokościowy Kopca Kościuszki na podstawie 2 różnoczesowych nalołów laserowych 2006-2012



* Osuwisko w Jastrzębiej Górze

www.pgi.gov.pl







Dokumentacja geologiczna

Jakość i sposób jej
opracowania ma istotne
znaczenia dla
prawidłowego
wykonania projektu
zabezpieczenia

- * Porażki
- * złe rozpoznanie geologiczne lub jego brak, zwłaszcza przed rokiem 2005, było
- * przyczyną wykonania nieprawidłowych zabezpieczeń czasami wielokrotnych
- * uszkodzeń tych samych obiektów (Kąclowa, Wieliczka, Kopiec Kościuszki, brzeg morski);
- * niedokończenie lub niepełne wykonanie zabezpieczeń - Gródek nad Dunajcem-
- * Kurów;
- * zmiany w zakresie projektu zabezpieczenia i inne.

* Sukcesy i porażki przy zabezpieczaniu obiektów inżynierskich





Dziękuję za uwagę

