

PROGNOZOWANIE BUDOWY GEOLOGICZNEJ I STATECZNOŚCI KARPACKICH ZBOCZY OSUWISKOWYCH ZA POMOCĄ METOD GEOFIZYCZNYCH

Grzegorz Pacanowski, Edyta Majer, Marta Sokołowska, Kamil Wasilewski

Referat opracowano w ramach realizacji projektu:

PROJEKT **RID II**: 2023-2024

Projekt naukowy pn.:

**METODY PROWADZENIA BADAŃ I DOBORU ROZWIĄZAŃ GEOTECHNICZNYCH
DOTYCZĄCYCH INWESTYCJI DROGOWYCH**

Konsorcjum naukowe



pgi.gov.pl/drogi-2

Projekt: „Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych”
Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez narodowe centrum badań i rozwoju w
ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych – RID



XLV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu i Geoinżynierii
Stryszawa, 10-14 marca 2024 r.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

PROJEKT **RID II**: INFORMACJA O PROJEKCIE

FINANSOWANIE: Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa

NAZWA PROGRAMU: Wspólne przedsięwzięcie NCBR-GDDKiA polegające na wsparciu badań naukowych lub prac rozwojowych w obszarze drogownictwa pn. Rozwój Innowacji Drogowych – RID

NAZWA PROJEKTU: Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych

NAZWA BENEFICJENTA: Konsorcjum w składzie: Akademia Górniczo-hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami - lider konsorcjum, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska.

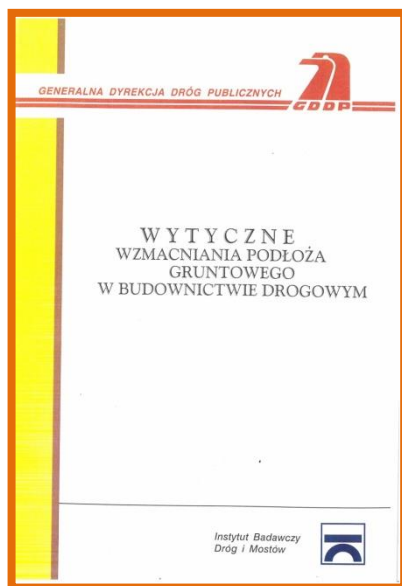
CZAS TRWANIA: 18 m-cy (2023-2025)

DOFINANSOWANIE: 842.500 PLN; wartość całkowita projektu: 1.685.000 pln

UMOWĘ PODPISANO: 22 sierpnia 2023 r.

PROJEKT **RID II**: INFORMACJA O PROJEKCIE

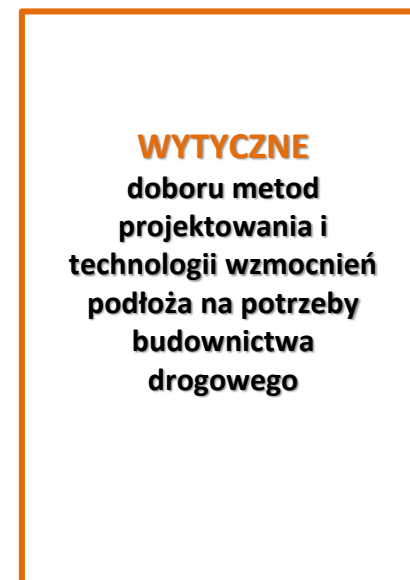
www.pgi.gov.pl



2002
Instrukcja GDDP



2024
Algorytm



2024
Wytyczne



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju



GDDKiA

RID
ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

PROJEKT RID II: REALIZACJA PROJEKTU – 10 ZADAŃ

Nr zadania	Tytuł zadania	Kategoria działań	Podmiot realizujący zadanie
1	Kwerenda metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem terenów osuwiskowych, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej	BP	AGH
2	Kwerenda metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na potrzeby budownictwa drogowego, na terenach występowania gruntów słabonośnych	BP	PG
3	Określenie wymagań w zakresie rozpoznania podłoża każdej z technologii w miejscach planowania wzmocnień w odniesieniu do wymagań projektowych	BP	PIG-PIB
4	Przeprowadzenie badania nad jakością oraz trwałością rozwiązań technologicznych stosowanych w przypadku budownictwa drogowego	BP	IBDiM
5	Wytyczne w zakresie wymagań dla każdej z technologii odnoszących się do ich trwałości i oceny jakości wykonanych wzmocnień	EBR	IBDiM
6	Wytyczne w zakresie rozpoznania podłoża dla każdej z technologii w miejscach planowania wzmocnień w odniesieniu do wymagań projektowych	EBR	PIG-PIB
7	Wymagania i algorytm doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej	EBR	AGH
8	Opracowanie wymagań i algorytmu doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na terenach występowania gruntów słabonośnych	EBR	PG
9	Opracowanie wytycznych doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem gruntów słabonośnych	EBR	PG
10	Opracowanie wytycznych prowadzenia badań oraz doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na potrzeby budownictwa drogowego	EBR	AGH

PROJEKT RID II: STRONA INTERNETOWA

www.pgi.gov.pl

Informacje o projekcie
na stronie internetowej
pgi.gov.pl/drogi-2/



Projekt "Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych". Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych – RID

Wyloguj

AKTUALNOŚCI | O PROJEKCIE | KONSORCJUM | PARTNERZY | REALIZACJA | BADANIA | WSPÓŁPRACA | PRZETARGI | KONTAKT



Breadcrumbs

Jesteś tutaj: [START](#)

RUSZA PROJEKT PN. „METODY PROWADZENIA BADAŃ I DOBORU ROZWIĄZAŃ GEOTECHNICZNYCH DOTYCZĄCYCH INWESTYCJI DROGOWYCH” (RID II)



Informujemy, że 22 sierpnia 2023 r. podpisaliśmy umowę na realizację projektu pt. "Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych". Projekt ten uzyskał dofinansowanie w ramach wspólnego przedsięwzięcia Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) – Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA), polegającego na wsparciu badań naukowych lub prac rozwojowych w obszarze drogownictwa pn. "Rozwój Innowacji Drogowych – RID".

[Więcej](#)

KONSORCJUM:



Akademia Górniczo Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Państwowy Instytut Geologiczny -
Państwowy Instytut Badawczy



Instytut Badawczy Dróg
i Mostów



Politechnika Gdańska

© 2024 Państwowy Instytut Geologiczny - PIB

[Back to Top](#)

Projekt: „Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych”
Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez narodowe centrum badań i rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych – RID



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju



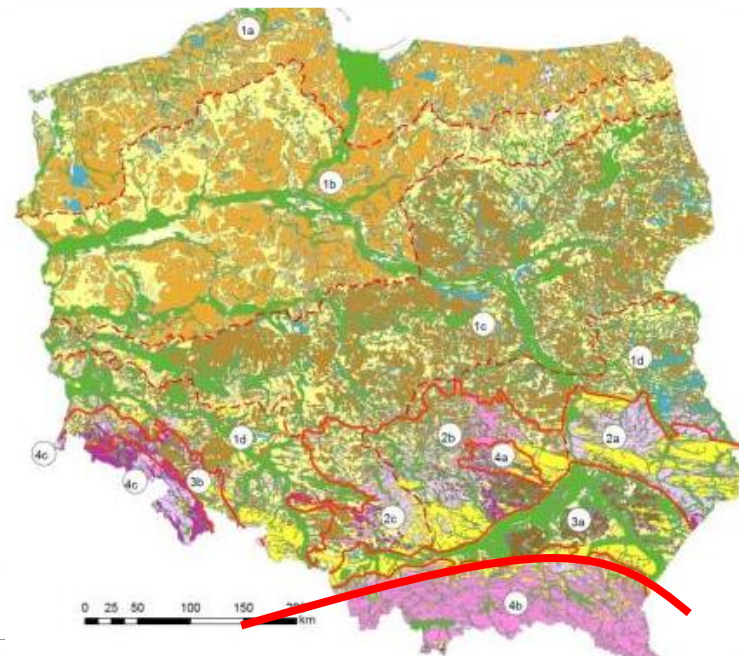
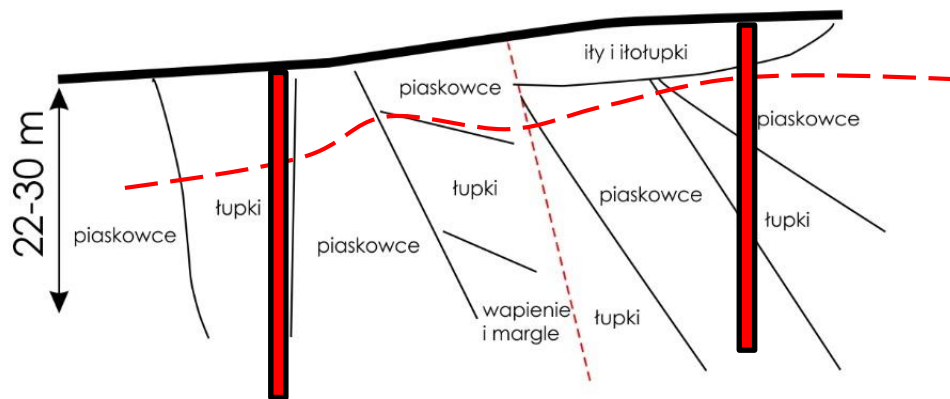
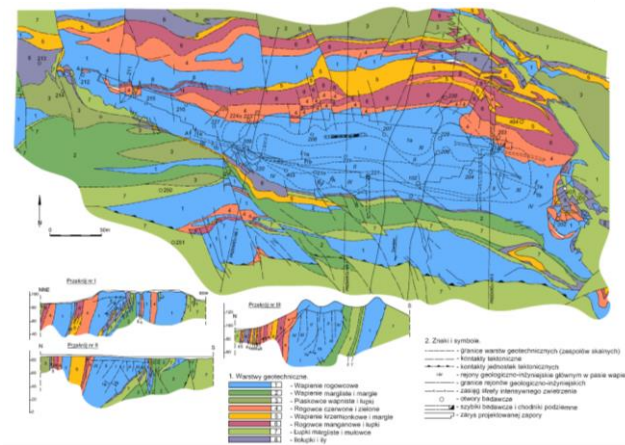
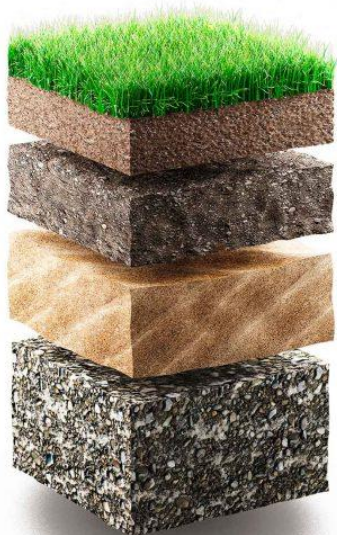
GDDKiA

RID
ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH



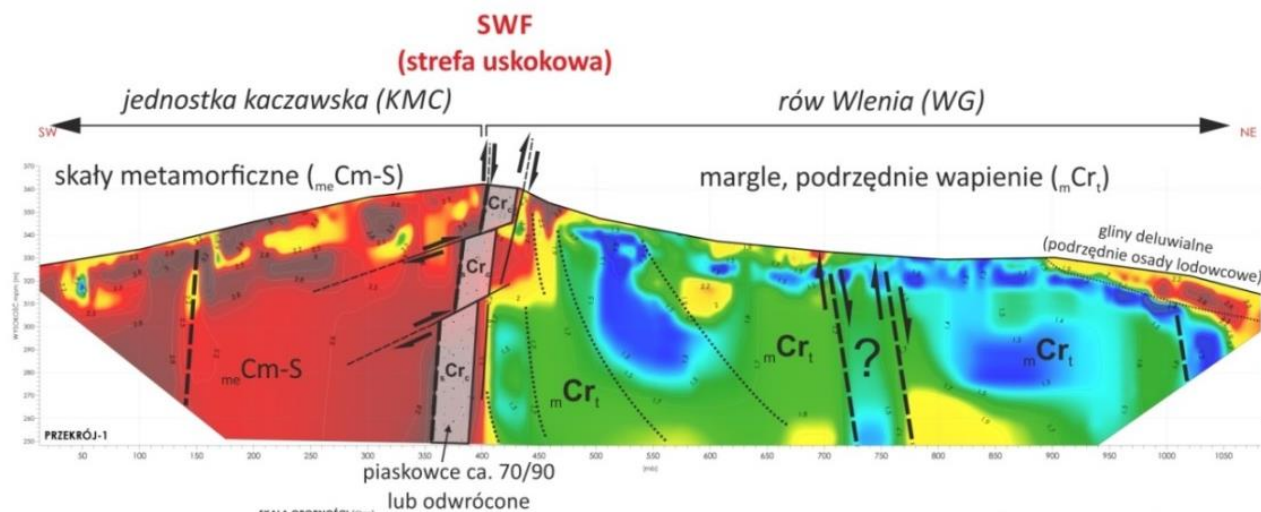
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Model geologiczny (teoria ≠ rzeczywistość)

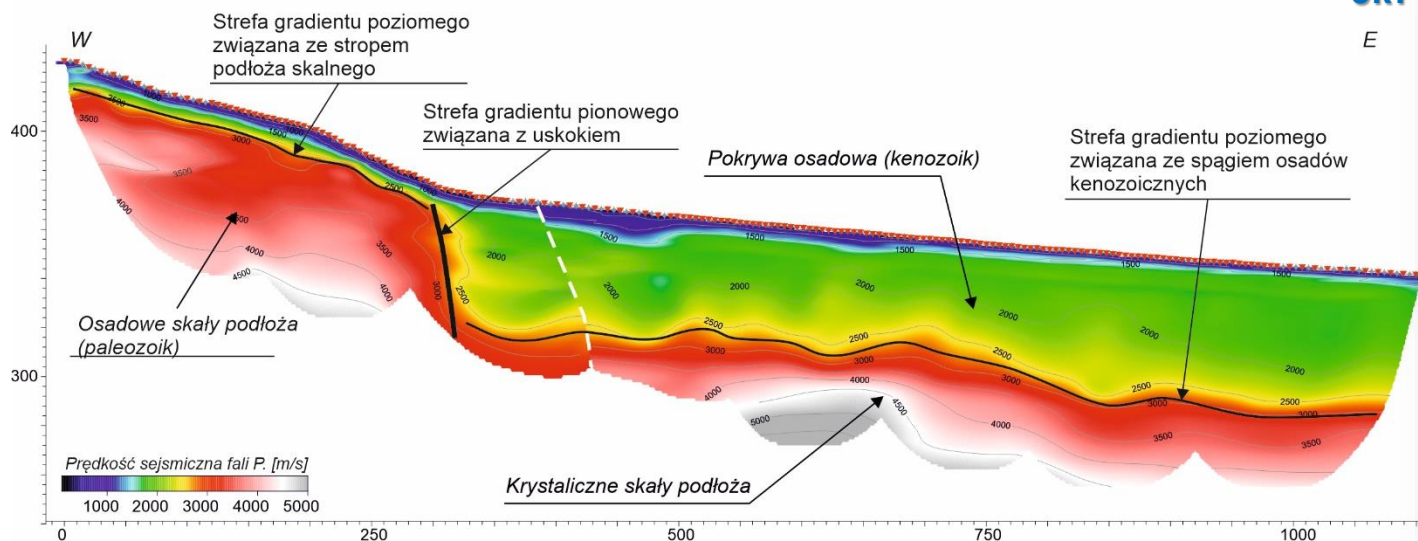


Narzędzia dodatkowe (np. badania geofizyczne)

ERT



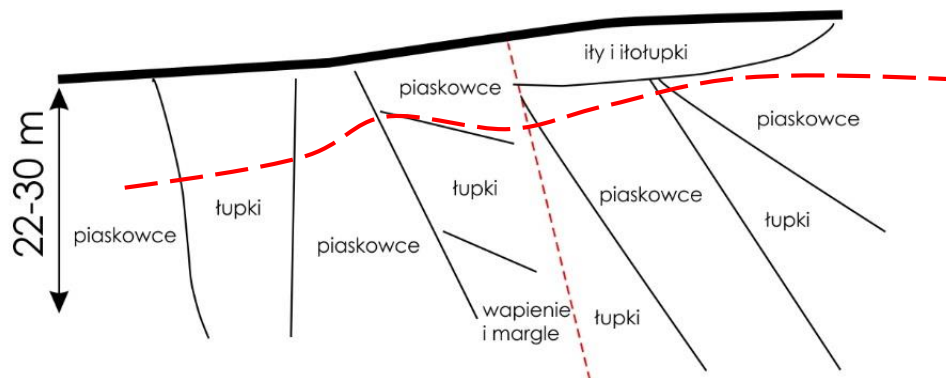
SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA



SRT



Flisz karpacki – specyficzna budowa geologiczna



Flisz jest osadem terygenicznym osadzonym w stosunkowo głębokim basenie morskim w wyniku sedymentacji prądów zawieszinowych.

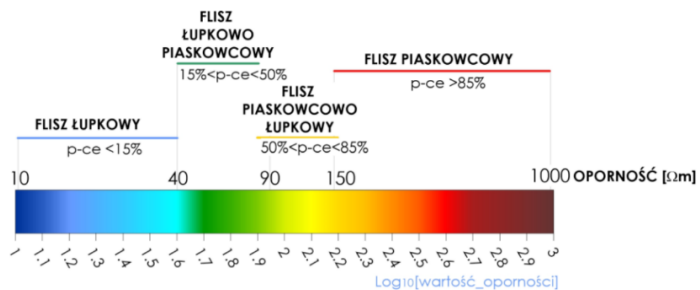
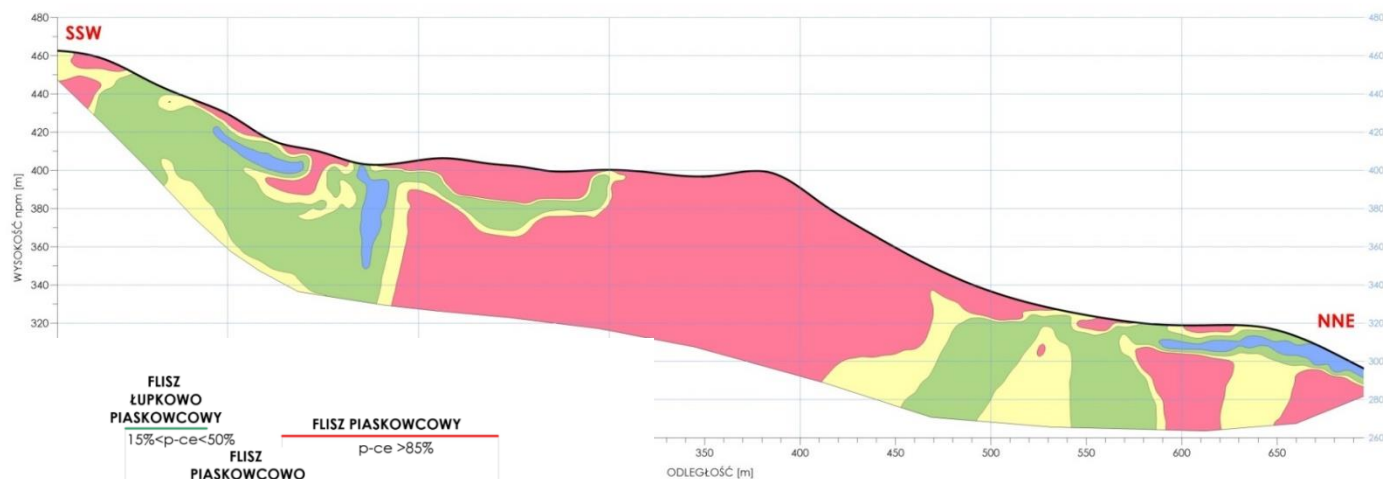
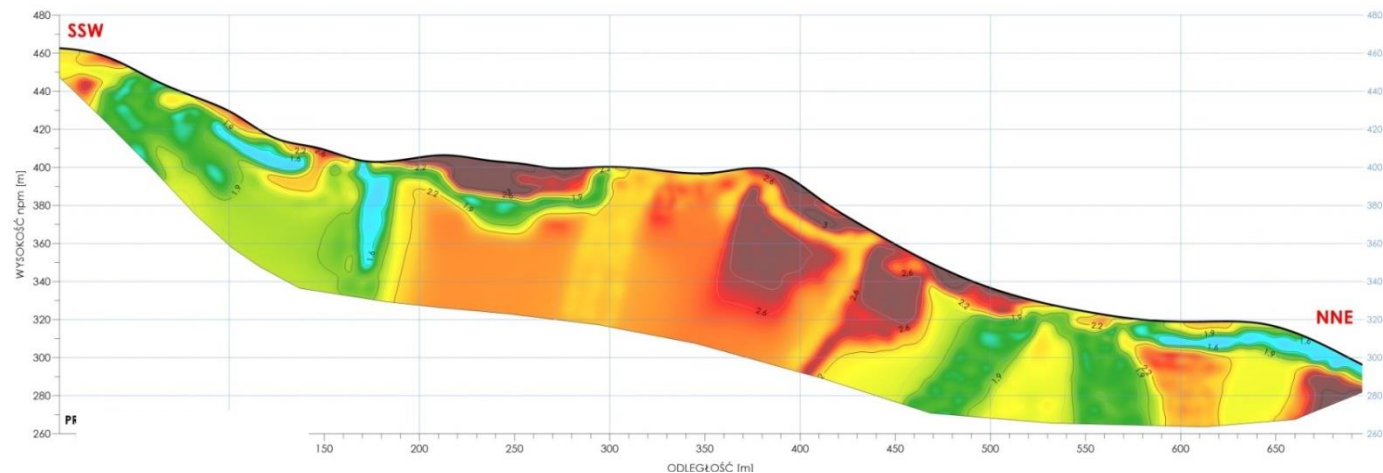
Sedymentacja taka tworzy charakterystyczną sekwencję złożoną z naprzemianległych warstw twardych i kruchych osadów gruboziarnistych (**piaskowce i zlepieńce**) oraz miękkich i plastycznych osadów drobnoziarnistych (**mułowce i iłowce**).

Osady te w fazie ruchów górotwórczych zostały **sfałdowane, zuskokowane i ponasuwane** na siebie, tworząc skomplikowaną strukturę tektoniczną o charakterze płaszczowinowym.

Fliszowy ośrodek skalny jest generalnie nieciągły, niejednorodny i anizotropowy. Warunki geotechniczne budowy obiektów inżynierskich są w takim ośrodku trudne i wymagają szczegółowego rozpoznania.

Badania geofizyczne – etap I – ERT

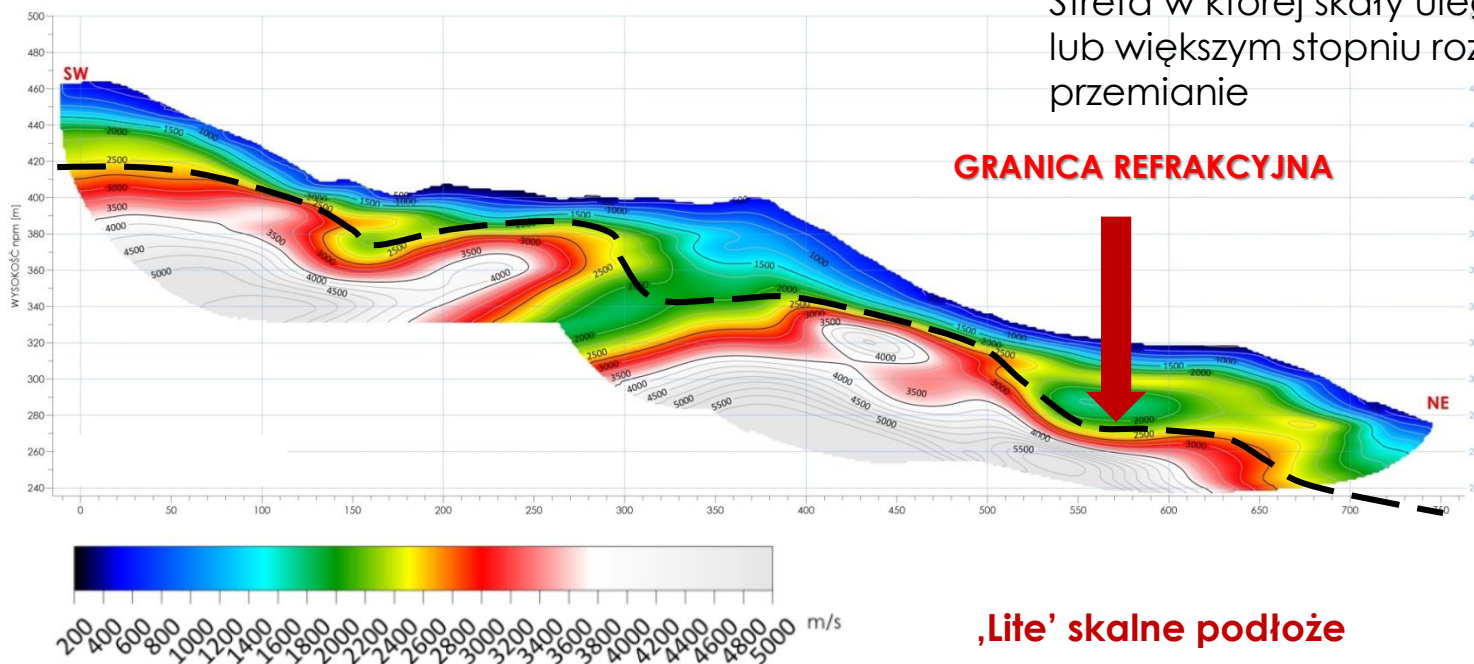
Podział fliszu na serie litologiczne



$$[%p-c] = 7.26 - 0.37\rho + 1.8 \cdot 10^{-2} \rho^2 - 1.3 \cdot 10^{-4} \rho^3 + 3.58 \cdot 10^{-7} \rho^4 - 3.47 \cdot 10^{-10} \rho^5$$

Badania geofizyczne – etap II – SRT-P

Wyznaczenie granic refrakcyjnych, stref zwietrzelin, prędkości podłoża, stref silnych gradientów



Strefa wietrzenia

Strefa w której skały uległy w mniejszym lub większym stopniu rozpadowi i przemianie

GRANICA REFRAKCYJNA

„Lite” skalne podłoże

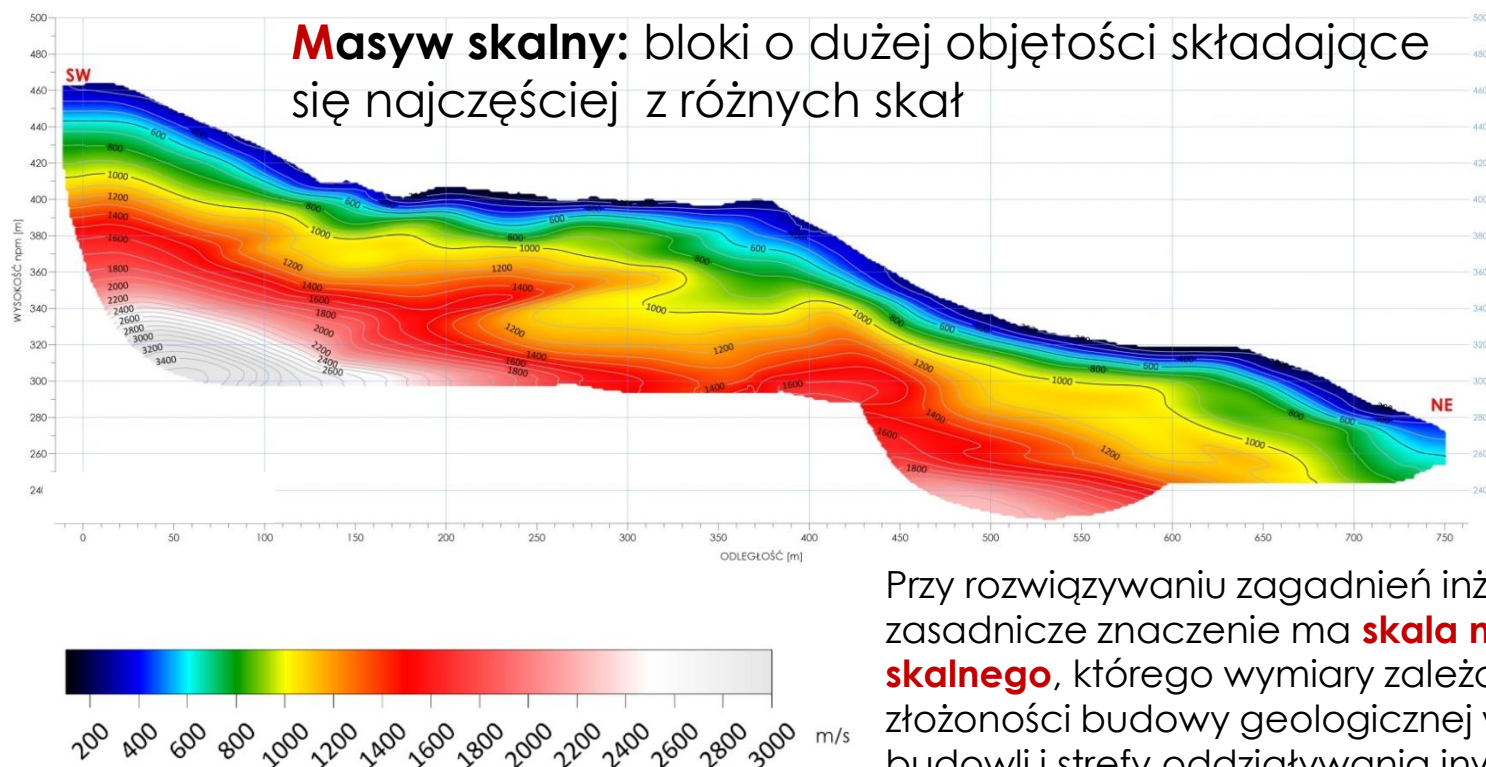
Zjawisko rozchodzenia się w ośrodku skalnym skał sprężystych pozwala scharakteryzować **właściwości sprężyste skał**.

Badania geofizyczne – etap III – SRT-S

Badania wspomagające określanie parametrów mechanicznych

Rozpoznanie masywu skalnego powinno umożliwić opis masywu z punktu widzenia trzech zasadniczych charakterystyk:

- niejednorodności mineralogiczno-petrograficznej i strukturalnej,
- nieciągłości,
- **anizotropii właściwości fizycznych i mechanicznych**



Przy rozwiązywaniu zagadnień inżynierskich zasadnicze znaczenie ma **skala masywu skalnego**, którego wymiary zależą od stopnia złożoności budowy geologicznej wymiarów budowli i strefy oddziaływania inwestycji

Określenie parametrów mechanicznych

MODUŁY SPRĘŻYSTOŚCI

Dzięki rejestracji sejsmicznej fali podłużnej oraz fali poprzecznej wzdłuż tych samych linii pomiarowych możliwe jest obliczenie wartości maksymalnych modułów sprężystości w przestrzeni dwuwymiarowej.

Do obliczenia parametrów sprężystości wykorzystano następujące równania:

Dla współczynnika Poissona

$$\nu = 0,5(((V_p/V_s)^2 - 2)/((V_p/V_s)^2 - 1))$$

Dla początkowego (maksymalnego) modułu odkształcenia (Kirchhoffa)

$$G_0 = \rho V_s^2$$

Dla początkowego (maksymalnego) modułu sprężystości (Younga)

$$E_0 = G_0(((3(V_p/V_s)^2 - 4)/((V_p/V_s)^2 - 1)))$$

W równaniach

ρ – gęstość objętościowa gruntu

V_p – prędkość podłużnej fali sejsmicznej

V_s – prędkość poprzecznej fali sejsmicznej

ν – współczynnik Poissona

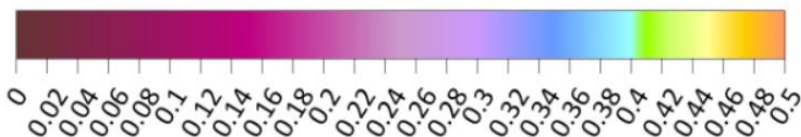
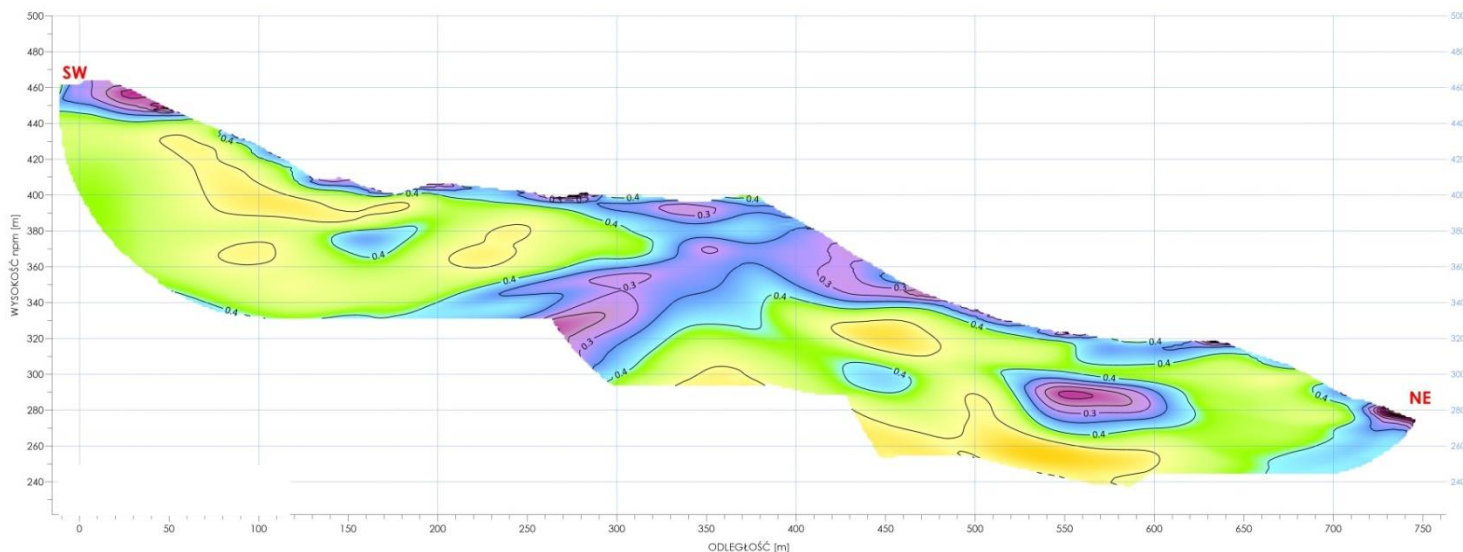
G_0 – początkowy moduł odkształcenia (Kirchhoffa)

E_0 – początkowy moduł sprężystości (Younga)

Należy zaznaczyć, że wyznaczone na podstawie badań sejsmicznych moduły mechaniczne są wyznaczone **dla bardzo małych odkształceń**, dla których ośrodek może być rozpatrywany jako idealnie elastyczny. Wyznaczone moduły są modułami maksymalnymi i nie są tożsame z wartościami uzyskiwanymi w badaniach prowadzonych metodami niszczącymi. Moduły maksymalne zwykle są wielokrotnie wyższe niż te ostatnie. Niemniej rozkład przestrzenny modułów maksymalnych odpowiada rozkładowi modułów wyznaczonych innymi metodami, i stanowi cenną wskazówkę do określenia przestrzennej zmienności parametrów mechanicznych podłoża.

Przekrój rozkładu wartości współczynnika Poissona (ν)

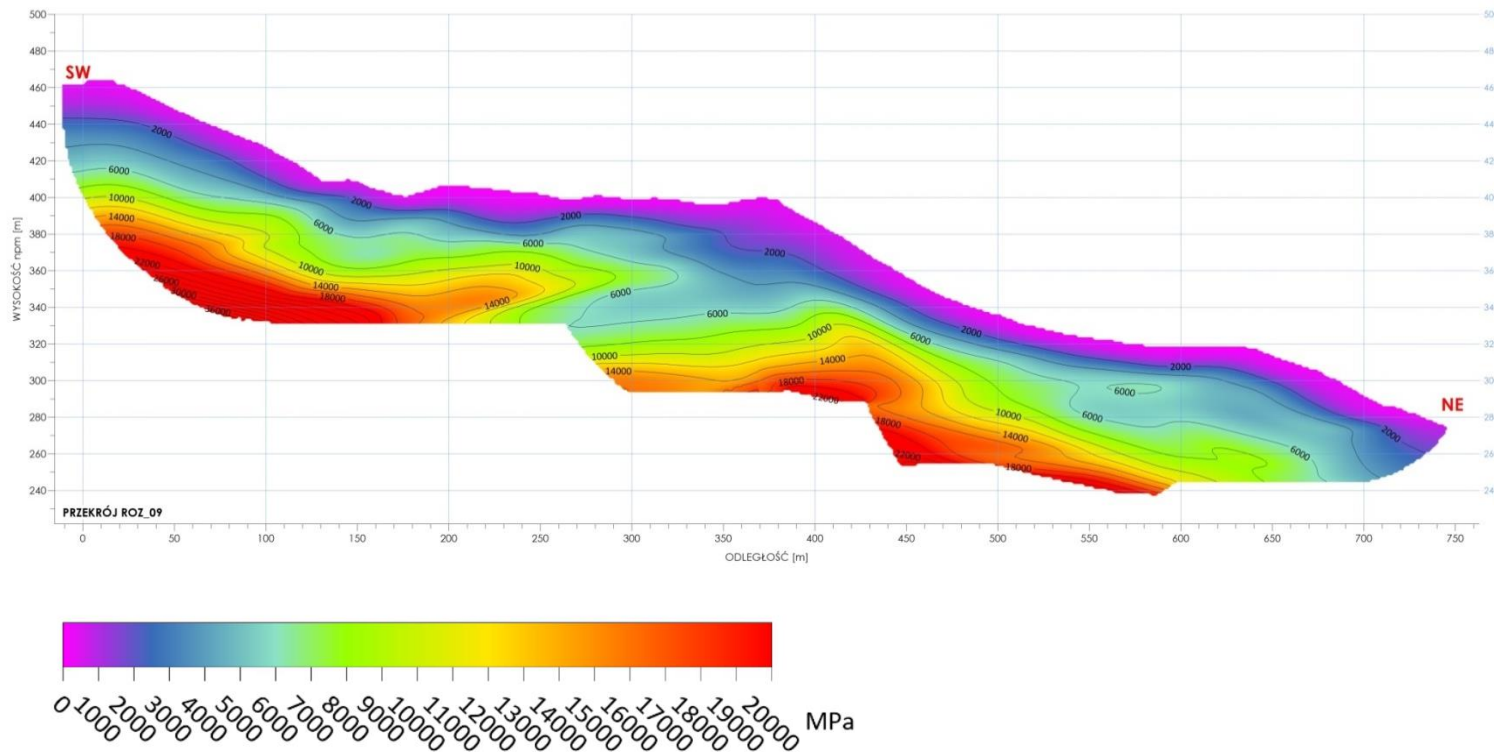
opracowany na podstawie wartości fali P i fali S



Przekrój rozkładu wartości modułu Younga (E_0)

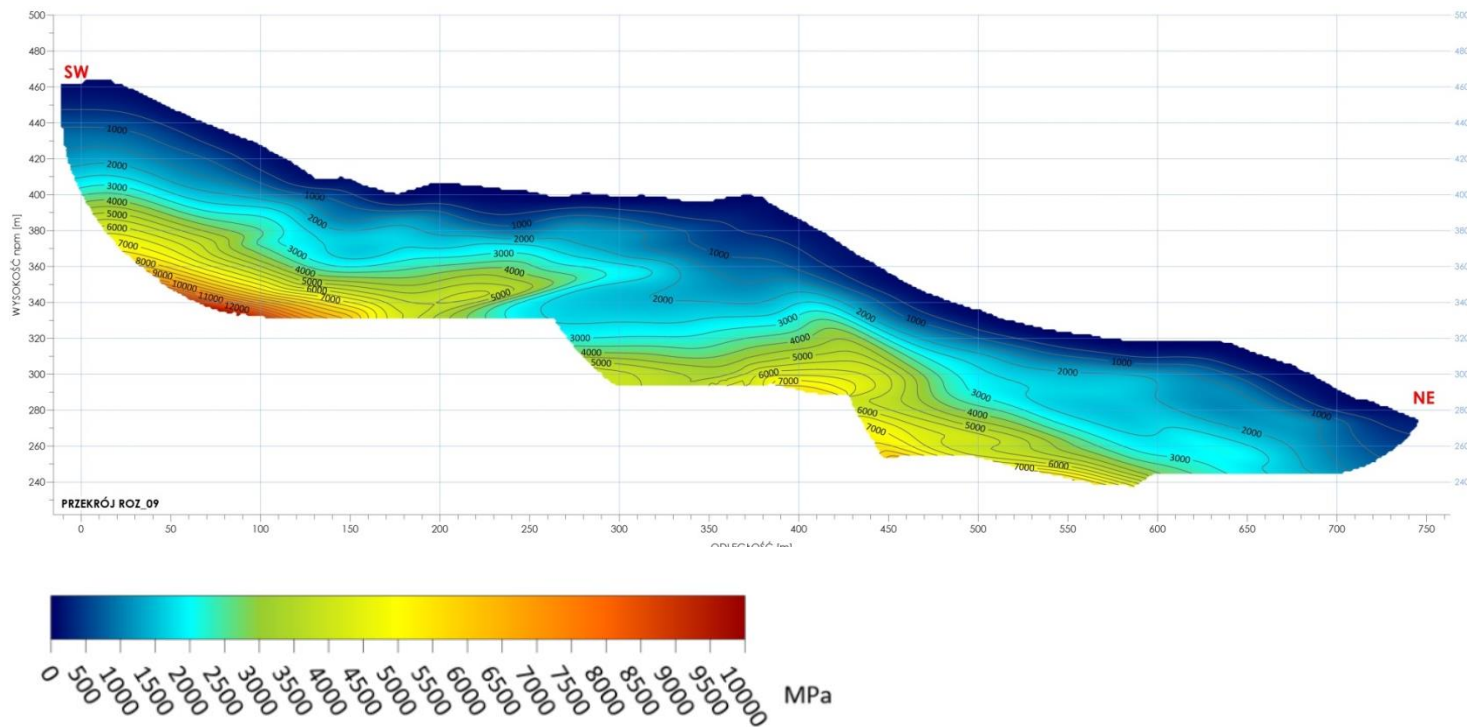
opracowany na podstawie wartości fali P i fali S

www.pgi.gov.pl



Przekrój rozkładu wartości modułu ścinania (Go)

opracowany na podstawie wartości fali P i fali S



Stateczność zboczy



Metodą sprawdzoną i od wielu lat na świecie stosowaną do szybkiej ilościowej oceny stateczności zboczy, głównie na trasach linii komunikacyjnych, jest zaproponowana przez Manuela Romanę klasyfikacja **SMR (Slope Mass Rating)**, bazująca na klasyfikacji **RMR (Rock Mass Rating)**.

Liczba klasyfikacyjna **RMR** jest syntetycznym wskaźnikiem określającym właściwości mechaniczne ośrodka.

Klasyfikacja **SMR** uzależnia stateczność zbocza od wytrzymałości budującego je materiału, określonej klasą **RMR**, oraz od relacji między kierunkiem działania sił zsuwających i kierunkiem zsuwu, co uwzględnia się poprzez wprowadzenie określonych przez M. Romanę współczynników korygujących **F1, F2, F3 i F4**.

$$\text{SMR} = \text{RMR} + (\text{F1} \times \text{F2} \times \text{F3}) + \text{F4}$$

F1 – współczynnik zależny od relacji rozciągłości zbocza i powierzchni poślizgu;

F2 – współczynnik zależny od kąta upadu powierzchni poślizgu;

F3 – współczynnik zależny od relacji upadów zbocza i powierzchni poślizgu;

F4 – współczynnik zależny od sposobu przemodelowania i erozji zbocza.

Współczynniki **F1-F3** zostały uściśnione przez Thomsona.

$$F_1 = 0,64 - 0,006 \arctg [0,1(|\alpha_j - \alpha_s| - 17)]$$

$$F_2 = 0,56 + 0,0051 \arctg (0,17\beta_j - 5)$$

$$F_3 = -30 + 0,33 \arctg (\beta_j - \beta_s)$$

gdzie: α_j – rozciągłość powierzchni poślizgu,

α_s – rozciągłość zbocza,

β_j – upad powierzchni poślizgu,

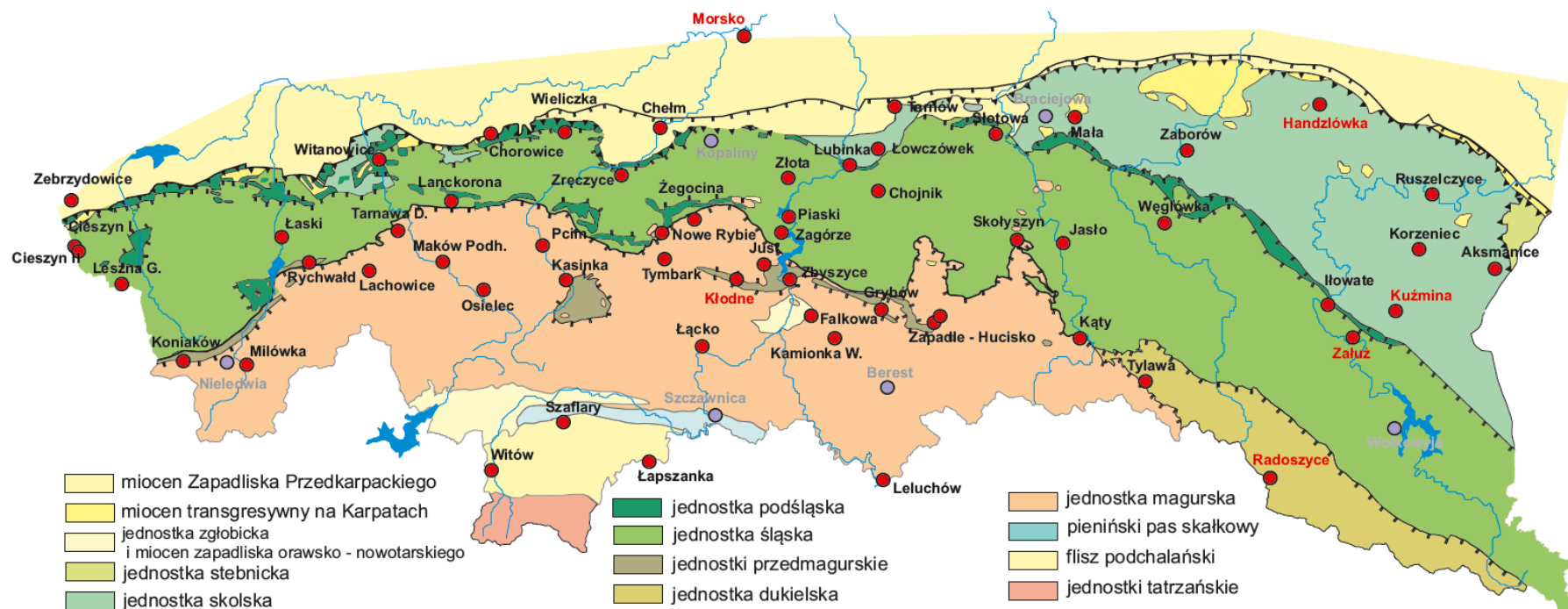
β_s – upad zbocza.

Klasy stateczności zboczy osuwiskowych

Klasa stateczności zbocza <i>Slope stability Class</i>	V	IV	III	II	I
Wartość SMR <i>SMR value</i>	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
Opis masywu <i>Rock mass description</i>	bardzo zły <i>very bad</i>	zły <i>bad</i>	normalny <i>normal</i>	dobry <i>good</i>	bardzo dobry <i>very good</i>
Stabilność zbocza <i>Slope stability</i>	bardzo niestabilne <i>completely unstable</i>	niestabilne <i>unstable</i>	częściowo stabilne <i>partly stable</i>	stabilne <i>stable</i>	bardzo stabilne <i>completely stable</i>
Powierzchnie poślizgu <i>Slip surface</i>	duże i płaskie <i>big planar surfaces</i>	płaskie lub klinowe <i>planar or wedge</i>	pojed. płaskie i klinowe <i>single planar or wedge</i>	oddz. pow. bloków <i>separate blocks</i>	brak pow. poślizgu <i>no slide surface</i>
Prawdopodobieństwo zsuwu <i>Slide probability</i>	0,9	0,6	0,4	0,2	0

Badania geofizyczne w ramach projektu SOPO

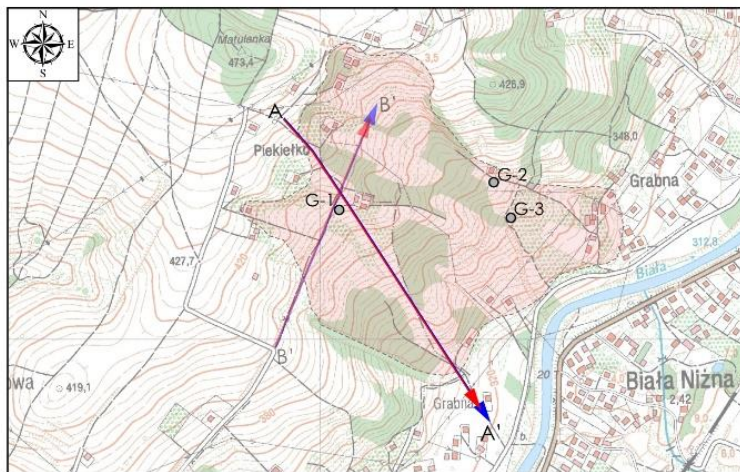
www.pgi.gov.pl



Bartłomiej Warmuz , Piotr Nescieruk

Przegląd Geologiczny, vol. 67, nr 5, 2019;

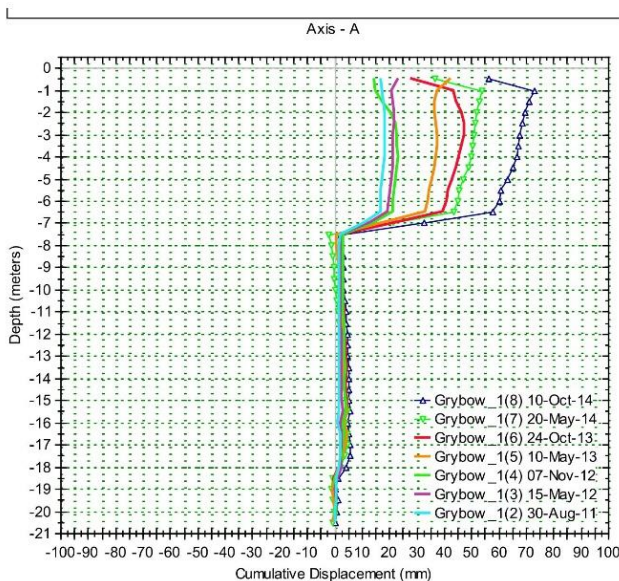
doi: <http://dx.doi.org/10.7306/2019.26>



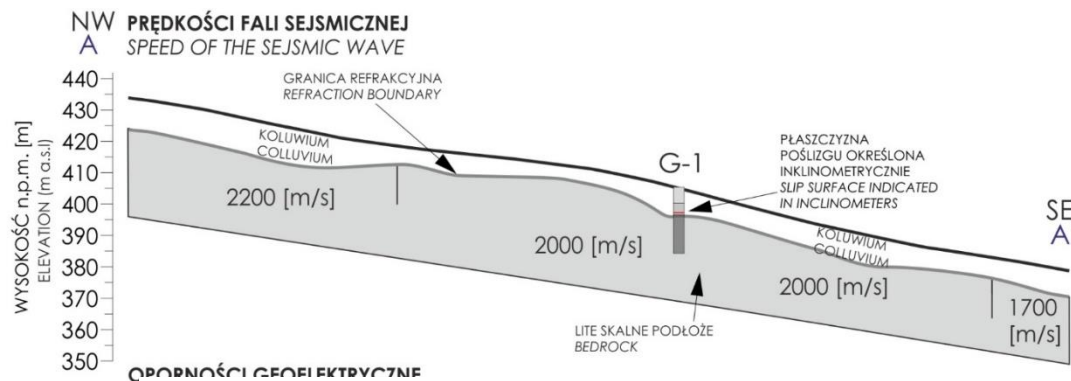
OBJAŚNIENIA

▲ LOKALIZACJA I KIERUNEK PROFILU TOMOGRAFII ELEKTROOPOROWEJ
 ▲ LOKALIZACJA I KIERUNEK PROFILU SEJSMIKI REFRAKCYJNEJ

○ G-1 ARCHIWALNE OTWORY BADAWCZE
 ■ GRANICE OSUWIŚKA



Płaszczyzny poślizgu określone metodą sejsmiczną a dane z inklinometrów



Lata 2008-2010

Od roku 2011

SCHEMAT GEOFIZYCZNEGO INDEKSU KLASYFIKACYJNEGO KFG

KFG – KLASYFIKACJA GEOFIZYCZNA FLISZU (Bestyński, 1999)

BESTYŃSKI Z., THIEL K. 1999 – Flysh geotechnical properties by the Geophysical Classification Index KFG. 9th International Congress on Rock Mechanics ISRM Paris, 2: 1339–1346.

Klasa geotechniczna ośrodka opisana jest przez dwie grupy parametrów które charakteryzują :

Wytrzymałość materiału skalnego i stopień spękania ośrodka

Tarcie między blokami skalnymi budującymi ośrodek

Wytrzymałość R_c , porowatość K_p oraz stopień spękania

Szorstkość ścian szczelin oraz stopień ich zwiędzenia oraz zawodnienie

Prędkość fal sejsmicznych $V_p = f(R_c, K_p, \text{stopień spękania})$

Oporność elektryczna $\rho = f([\%] \text{piaskowców}, H_2O)$

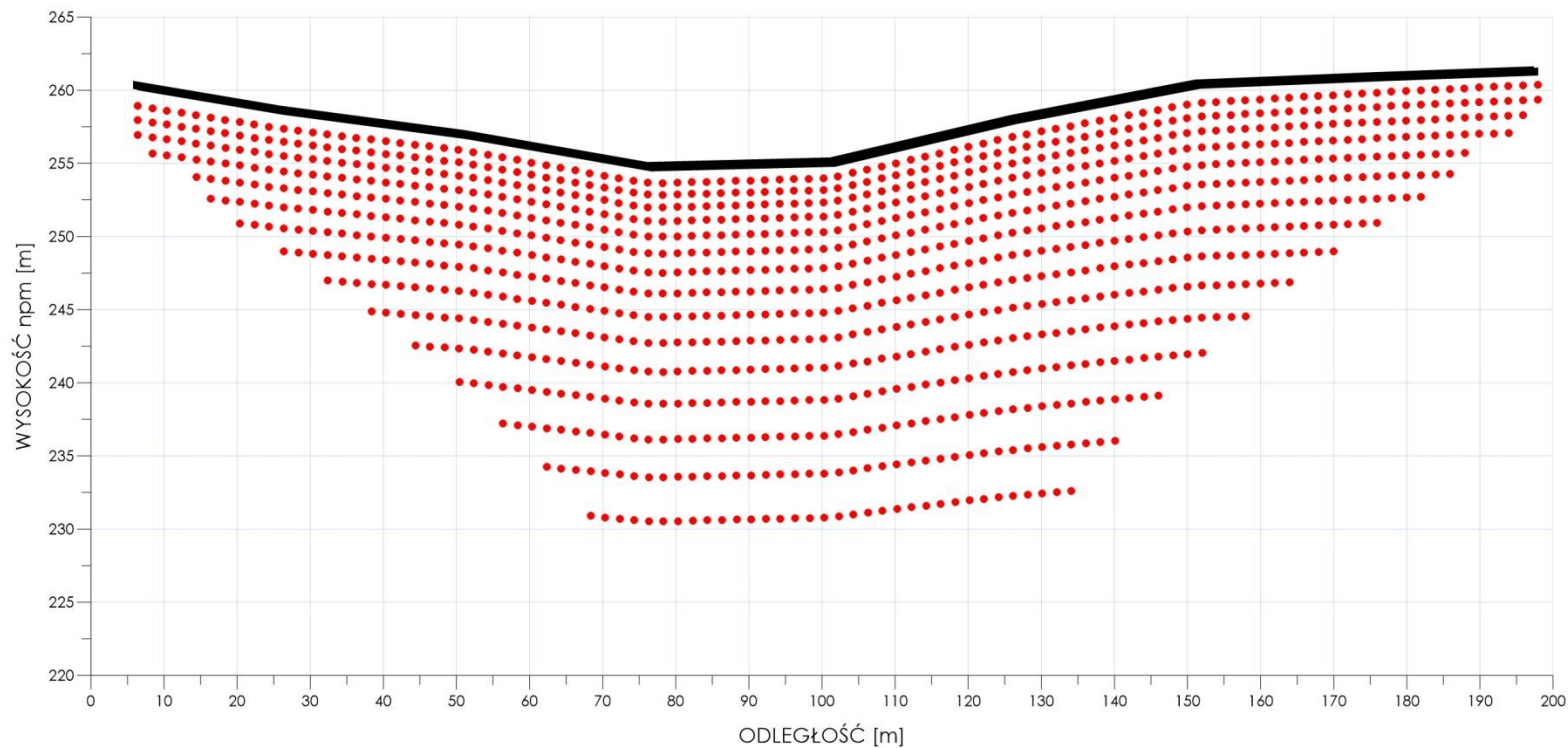
Geofizyczny Indeks Klasyfikacyjny

$KFG = f(axV_p, bx\rho, c)$

$$KFG = 11.8 - 0.0028\rho + 0.0038V_p + 0.000033V_p*\rho$$

Rozdzielczość modeli geofizycznych

www.pgi.gov.pl



Projekt: „Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych”
Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez narodowe centrum badań i rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych – RID



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

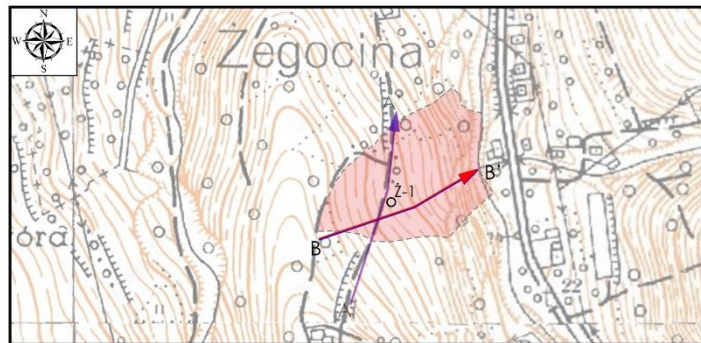


GDDKiA

RID
ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

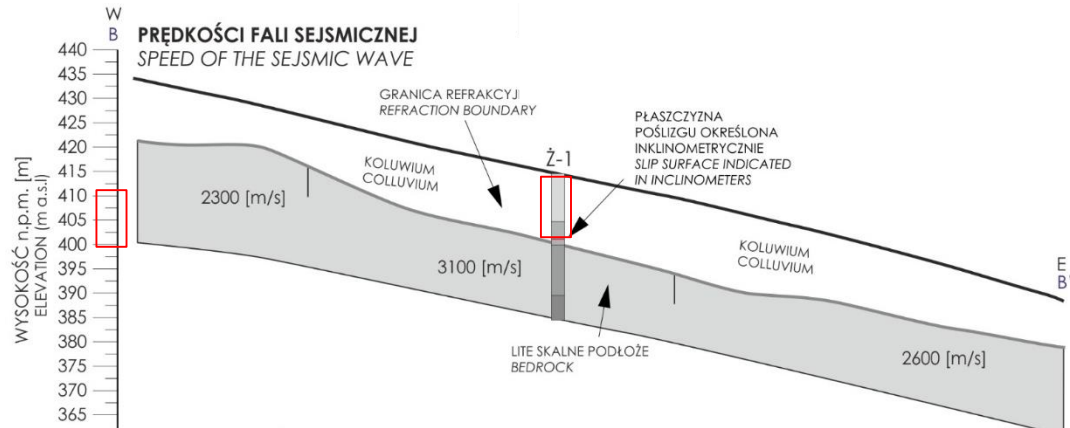
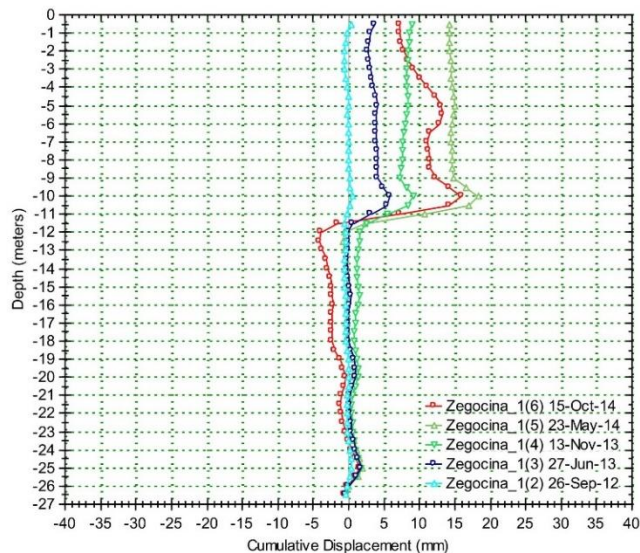


OBJAŚNIENIA

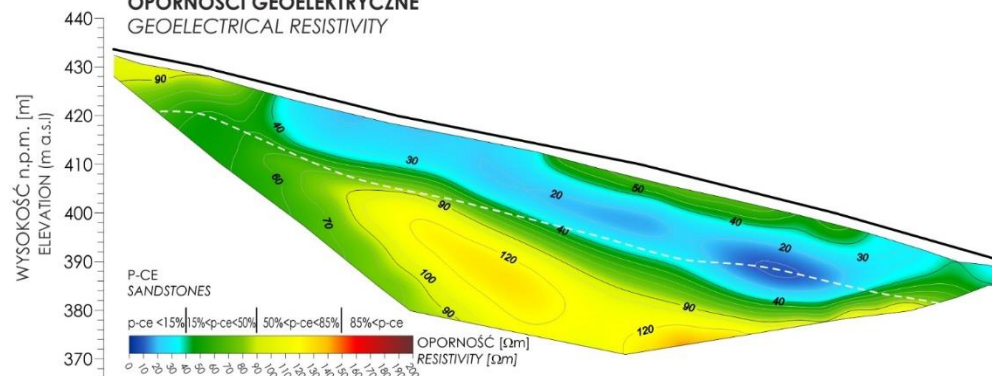
- B-B' LOKALIZACJA I KIERUNEK PROFILU TOMOGRAFII ELEKTROOPOROWEJ
- Z-1 ARCHIWALNE OTWORY BADAWCZE
- B-B' LOKALIZACJA I KIERUNEK PROFILU SEJSMIKI REFRAKCYJNEJ
- GRANICE OSUWISKA

ŻEGOCINA-1

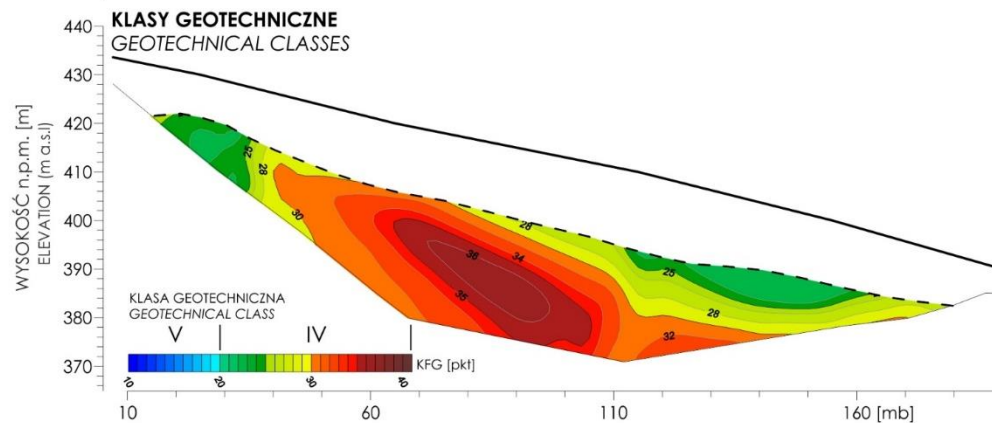
Axis - A



OPORNOŚCI GEOELEKTRYCZNE GEOELECTRICAL RESISTIVITY



KLASY GEOTECHNICZNE GEOTECHNICAL CLASSES



Osuwisko <i>Landslide</i>	Litologia/ <i>Lithology</i> Tektonika/ <i>Tectonics</i>	Typ zsuwu <i>Slide type and</i> Przyczyna <i>Cause</i>	Zbocze osuwiskowe <i>Landslide slope</i>	Klasa KFG <i>KFG</i> class	Granica refrakcji <i>Refraction</i> boundary [m]	Współcz. korygujące <i>Correction</i> coefficients	Klasa SMR <i>SMR class</i>
			upad / <i>dip</i> [°]			F1	
			głęb. pow. pośl. / <i>slide surface</i> [m]			F2	
			zsuw / <i>slide size</i> [mm]			F3	
Jamnica	łupki, piaskowce (25%) <i>shale, sandstone (25%)</i> zaburzenia fałdowe <i>folding zone</i>	konsekwentny <i>consequent</i> infiltracja <i>infiltration</i>	20	25,3	10,0	1,16	15,9
			10,0			0,27	
			80			-30	
Lachowice	łupki, piaskowce (10%) <i>shale, sandstone (10%)</i> strefa przyuskokowa <i>fault zone</i>	konsekwentny <i>consequent</i> infiltracja <i>infiltration</i>	14	25,2	12,5	1,16	17,9
			13,5			0,21	
			100			-30	
Kasinka Mała	łupki, piaskowce (10%) <i>shale, sandstone (10%)</i> niezaburzona tektonika <i>undisturbed tectonics</i>	konsekwentny <i>consequent</i> infiltracja <i>infiltration</i>	17	20,6	12,0	1,16	12,6
			11,5			0,23	
			zerwanie rury / <i>tube break</i>			-30	
Łącko	łupki, piaskowce (15%) <i>shale, sandstone (15%)</i> zaburzenia fałdowe <i>folding zone</i>	insekwentny <i>insequent</i> infiltracja <i>infiltration</i>	13	23,1	12,0	1,16	16,1
			11,5			0,20	
			125			-30	
Żegocina	łupki, piaskowce (35%) <i>shale, sandstone (35%)</i> strefa przyuskokowa <i>fault zone</i>	insekwentny <i>insequent</i> infiltracja <i>infiltration</i>	20	28,5	13,0	1,16	19,1
			11,0			0,27	
			22			-30	

Strona główna > Tom 65, nr 10/2 (2017) > Bestyński

Badania geofizyczne i klasyfikacje geotechniczne w zakresie stateczności karpackich zboczy fliszowych

Zbigniew Bestyński, Grzegorz Pacanowski, Edmund Sieniński

Abstrakcyjny

Badania geofizyczne i klasyfikacje geotechniczne do oceny stateczności zboczy fliszu karpackiego.

Bstrat t. W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania złożonych badań geofizycznych i klasyfikacji geotechnicznej do identyfikacji budowy geologicznej i oceny stabilności osuwisk karpackich. Wskazano na możliwość wykorzystania badań sejsmicznych do określenia geometrii zbocza osuwiska niezbędnej do analizy stabilności obliczeniowej. W artykule autorzy przedstawiają możliwość klasyfikacji geotechnicznej fliszu KFG na podstawie parametrów geofizycznych w powiązaniu z klasyfikacją SMR zaproponowaną przez M. Romanę, w celu szybkiej ilościowej oceny stateczności zboczy fliszowych. Przykłady badań geofizycznych osuwisk i ich stabilności opisano na podstawie klasyfikacji KFG i SMR. Wskazano, że prawidłowa ocena stateczności skarp jest głównym czynnikiem zapewniającym bezpieczne posadowienie i eksploatację obiektów inżynierskich, zwłaszcza hydrotechnicznych.

Pełny tekst:

PDF (POLSKI)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Klasy stateczności zboczy osuwiskowych

Klasa stateczności zbocza <i>Slope stability Class</i>	V	IV	III	II	I
Wartość SMR <i>SMR value</i>	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
Opis masywu <i>Rock mass description</i>	bardzo zły <i>very bad</i>	zły <i>bad</i>	normalny <i>normal</i>	dobry <i>good</i>	bardzo dobry <i>very good</i>
Stabilność zbocza <i>Slope stability</i>	bardzo niestabilne <i>completely unstable</i>	niestabilne <i>unstable</i>	częściowo stabilne <i>partly stable</i>	stabilne <i>stable</i>	bardzo stabilne <i>completely stable</i>
Powierzchnie poślizgu <i>Slip surface</i>	duże i płaskie <i>big planar surfaces</i>	płaskie lub klinowe <i>planar or wedge</i>	pojed. płaskie i klinowe <i>single planar or wedge</i>	oddz. pow. bloków <i>separate blocks</i>	brak pow. poślizgu <i>no slide surface</i>
Prawdopodobieństwo zsuwu <i>Slide probability</i>	0,9	0,6	0,4	0,2	0

$$KFG = 11.8 - 0.0028\rho + 0.0038Vp + 0.000033Vp*\rho$$

gdzie: **Vp** [m/s] – prędkość podłużnych fal sejsmicznych,
ρ [Ωm] – oporność elektryczna,

LICZBA KLASYFIKACYJNA KFG = RMR

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

$$SMR = KFG + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ

