

Znak: ORL.IV.7531-B/8/04

## ZAWIADOMIENIE

Działając na podstawie art. 45, ust. 1a ; art. 43, ust. 1, pkt. 2 i art. 103, ust. 1 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze / Dz.U. Nr 27, poz. 96 ; z późn. zm: / ; § 17 i 19 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie / Dz. U. Nr 153, poz. 1779 – po rozpatrzeniu wniosku Państwowego Instytutu Geologicznego Oddziału Karpackiego w Krakowie

### z a w i a d a m i a m o p r z y j ę c i u b e z z a s t r z eżeń

" Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla zabezpieczenia osuwiska w Muszynie niszczącego drogę między Muszyną a przejściem granicznym w Leluchowie ", powiat nowosądecki, woj. małopolskie.

#### Otrzymują:

1/ Państwowy Instytut Geologiczny  
Oddział Karpacki w Krakowie  
31-560 Kraków ul. Skrzatów 1  
+ 1 egz. dokumentacji

2/ a/a

Z up. STAROSTY  
~~mgr inż. Jan Opina~~  
~~DYREKTOR WYDZIAŁU~~  
~~Geologii, Środowiska, Rolnictwa i Leśnictwa~~

STAROSTA NOWOSĄDECKI  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29 .....

podpis... Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

**Do wiadomości:**

- 1/ Państwowy Instytut Geologiczny  
Centralne Archiwum Geologiczne  
00-975 Warszawa ul. Rakowiecka 4  
+ 1-n egz. dokumentacji
- 2/ Małopolski Urząd Wojewódzki  
Oddział Zamiejscowy w Nowym Sączu  
33-300 Nowy Sącz ul. Jagiellońska 52  
Wydział Środowiska i Rolnictwa  
+ 1-n egz. dokumentacji
- 3/ Burmistrz Miasta i Gminy Uzdrawiskowej Muszyna  
33-370 Muszyna
- ④ a/a zbiór dokumentów  
Powiatowe Archiwum Geologiczne  
+ 1-n egz. dokumentacji

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

~~podpis~~

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY





# PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY ODDZIAŁ KARPACKI im. MARIANA KSIĄŻKIEWICZA

JEDNOSTKA BADAWCZO-ROZWOJOWA, KRS 0000122099, REGON 000332133-00058, NIP 675-000-62-40

31-560 Kraków, ul. Skrzatów 1, tel. (12) 411 58 44, 411 38 22, fax (12) 411 26 32, www.pgi.gov.pl

Dyrektor  
Dyrektor ds. Służby  
Geologicznej  
**Leszek Marks**  
tel. (22) 849 50 96  
fax (22) 849 49 21

I Zastępca Dyrektora  
Dyrektor ds. Naukowych  
Dyrektor ds. Służby  
Hydrogeologicznej  
**Andrzej Sadurski**  
tel./fax (22) 849 49 21

Zastępca Dyrektora  
Dyrektor ds. Ekonomicznych  
**Maria Staciewicz**  
tel. (22) 849 49 14  
fax (22) 849 53 51 w. 120

Dyrektor ds. Geoekologii  
**Ryszard Strzelecki**  
tel. (22) 849 53 34  
fax (22) 849 49 26

Dyrektor ds. Zasobów  
Informacji Geologicznej  
**Marek Graniczny**  
tel./fax (22) 849 49 26

#### ODDZIAŁY REGIONALNE:

**Oddział Dolnośląski**  
53-122 Wrocław  
al. Jaworowa 19  
tel. (71) 337 20 91+93  
fax (71) 337 20 89  
odpig@pigod.wroc.pl

**Oddział Geologii Morza**  
80-328 Gdańsk  
ul. Kościarska 5  
tel. (58) 554 29 09  
fax (58) 554 29 10  
sekretariat@pgi.gda.pl

**Oddział Gómośląski**  
41-200 Sosnowiec  
ul. Królowej Jadwigi 1  
tel. (32) 266 20 36+37  
fax (32) 266 55 22  
admin@pigog.com.pl

**Oddział Karpacki**  
31-560 Kraków  
ul. Skrzatów 1  
tel. (12) 411 58 44  
fax (12) 411 26 32  
sekretariat@pigok.com.pl

**Oddział Pomorski**  
71-130 Szczecin  
ul. Wieniawskiego 20  
tel. (91) 432 34 30  
fax (91) 432 34 48  
sekretariat@pgiop.szczecin.pl

**Oddział Świętokrzyski**  
25-953 Kielce  
ul. Zgoda 21  
tel. (41) 361 25 37  
fax (41) 361 24 93  
sekretariat@pgi.kielce.pl

#### SAMODZIELNE PRACOWNIE:

**Regionu Lubelskiego**  
20-952 Lublin  
ul. Melgiewska 7-9  
tel./fax (81) 749 12 50

**Regionu Wielkopolskiego**  
61-614 Poznań  
ul. Wenedów 4  
tel. (61) 827 32 88  
fax (61) 656 22 60

## Dokumentacja geologiczno – inżynierska dla zabezpieczenia osuwiska w Muszynie niszczącego drogę między Muszyną a przejściem granicznym w Leluchowie

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis **STAROSTY**

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

**DR DYREKTORA**  
Oddziału Karpackiego  
Państwowego Instytutu Geologicznego

dr inż. Józef Czerwaniak

Wykonawca

dr hab. Antoni Wójcik

nr upr. VIII-038

Przyjeto

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

14.09.2004r.

**Z up. STAROSTY**

mgr inż. Jan Ortyś  
Dyrektor Oddziału Karpackiego  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
Główny Specjalista ds. Rolnictwa i Leśnictwa

Kraków 2004

## Spis treści

1. Cel badań geologicznych	3
2. Położenie terenu badań	4
3. Budowa geologiczna rejonu badań	5
4. Procesy osuwiskowe	8
5. Właściwości fizyko-mechaniczne gruntów	10
6. Warunki hydrogeologiczne	12
7. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich i prognoza wpływu inwestycji na środowisko-naturalne	13
8. Ocena stateczności zbocza i korpusu drogowego	15
9. Wnioski i zalecenia	16
10. Literatura	18
11. zał. 1. Wyniki badań geofizycznych	19
12. zał. 2. Wyniki badań laboratoryjnych próbek gruntów	29

## Spis załączników graficznych

Fig. 1. Szkic położenie terenu badań na tle podziału administracyjnego

Fig. 2. Położenie terenu badań na szczegółowej mapie Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Leluchów (1062).

Fig. 3 Szkic geologiczny osuwiska wraz z lokalizacją wykonanych prac geologicznych, geofizycznych i wiertniczych na mapie w skali 1 : 1 000.

Fig.4. Karty otworów wiertniczych L1-L4

Fig. 5. Przekrój geologiczny przez osuwisko A-A.

Fig. 6. Przekrój geologiczny przez osuwisko B-B.

Fig. 7. Przekrój geologiczny przez osuwisko C-C.

Fig. 8. Przekrój geologiczny przez osuwisko D-D.

Fig. 9. Mapa rejonów geologiczno inżynierskich

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -  
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29

podpis Z up: **STAROSTY**

mgr inż. *Laura Lichon-Głowczyk*  
**GEOLOG POWIATOWY**



**1. Cel badań geologicznych**

Przeprowadzone prace miały na celu wykonanie dokumentacji geologicznej dla opracowania zabezpieczenia osuwiska w Muszynie, niszczącego drogę między Muszyną przejściem granicznym w Leluchowie, a zleconego przez Urząd Gminy Muszyna. Opracowanie zostało wykonane na podstawie zatwierdzonego Projektu badań przez Starostę Sądeckiego ORL.IV.7531-A/6/03 z dnia 14.11.2003.

Jednym z podstawowych zagadnień związanych z badaniem osuwisk jest określenie przebiegu powierzchni poślizgu oraz miąższości naruszonych utworów. Dla określenia tego zadania było konieczne przeprowadzenie badań geologicznych i geofizycznych (zał. 1) oraz wiertniczych.

Prace geologiczne polegały na szczegółowym wykonaniu zdjęcia geologicznego i geologiczno-inżynierskiego rejonu występowania osuwiska. Kartowaniem objęto formy nisz i progów obrzeżających osuwisko jak i występujących wewnątrz osuwiska. Wykonano pomiary biegu i upadu warstw odsłaniających się w wychodniach na terenie osuwisk jak i na terenie je obrzeżającym. Do badań laboratoryjnych zostały pobrane próbki z wierceń i odsłonień. Badania laboratoryjne próbek gruntów zostały przeprowadzone w laboratorium gruntów Katedry Geologii Inżynierskiej i Geotechniki Środowiska AGH w Krakowie. Badania wykonano wg. Polskich Norm przez dr inż. H. Woźniak i tech. J. Dąbrowskiego na zlecenie Oddziału Karpackiego PIG (zał. 2).

Wykonano 4 wiercenia z pełnym rdzeniowaniem o głębokości 5 m i 20 m. Dwa głębsze wiercenia wykonano w środkowej części osuwiska. Uzysk rdzenia w czasie wiercenia był największym problemem ze względu na znaczną dezintegrację materiału skalnego, występowanie spękań oraz zaciskanie przewodu nie był możliwy jego pełny uzysk. Otwory o głębokości do 20 m w całości musiały być rurowane. Wykonano dwa otwory o głębokości do 5 m usytuowane wzdłuż drogi na obrzeżach osuwiska, 2 otwory do głębokości 20 m usytuowane na południe od drogi w miejscach gdzie na podstawie wyników badań geofizycznych spodziewano się największych miąższości koluwiów. Dzięki wykonanym otworom udało się stwierdzić powierzchnie poślizgu. Usytuowanie otworów w wyższych częściach osuwiska jest nie możliwe ze względu na nachylenia, oraz brak możliwości dojazdu.

Osuwisko było objęte badaniami geofizycznymi (sejsmika inżynierska, georadar, metody geoelektryczne). Wszystkie ciągi miały zbliżony przebieg i przebiegały obok siebie.



Najwięcej danych osiągnięto dzięki zastosowaniu metody sejsmiki inżynierskiej, która pozwoliła na rozdzielenie koluwiów od wychodni podłoża. Wyniki przeprowadzonych badań geofizycznych stanowią oddzielny załącznik do niniejszej dokumentacji (zał. 1).

## 2. Położenie terenu badań

Teren badań obejmuje obszar uaktywnionego osuwiska na drodze prowadzącej z Muszyny do przejścia granicznego w Leluchowie. Obszar badań położony jest, w powiecie nowosądeckim (województwo małopolskiego) na terenie gminy Muszyna (fig. 1). Osuwisko to zostało zgłoszone do priorytetowych zadań projektu „Osłona przeciwosuwiskowa” przez Urząd Gminy Muszyna, jako zadanie „Likwidacja osuwiska wraz z przebudową odcinka drogi prowadzącej do przejścia granicznego w Leluchowie”. Obszar objęty projektem badań leży w południowej części obszaru górniczego dla złoża wód mineralnych i leczniczych Muszyna (E. Maślankiewicz, 1996). Teren położony jest w obrębie Beskidu Sądeckiego o zróżnicowanej morfologii, na południe od dna doliny Popradu. Osuwisko rozwinęło się na wychodniach eoceńskich piaskowców z Piwnicznej.

Omawiane osuwisko nie było dotychczas badane. Również w rejonie jego występowania nie prowadzono szczegółowych badań geologicznych, geofizycznych i innych. Jedynymi badaniami jakie wykonano w tym rejonie to prace dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Leluchów (fig. 2; J. Chrzastowski i in., 1993, 1993). Osuwisko to jest usytuowane na południe od czynnego i wcześniej opisanego osuwiska w Wapiennym (B. Bargielewicz, 1961).

W czasie prowadzenia prac dla niniejszej dokumentacji uszkodzona była korona drogi, która stanowi jedyne połączenie z miejscowościami Dubne i Leluchów oraz z przejściem granicznym w Leluchowie (ciąg drogi gminnej i powiatowej). Droga stanowi jedyne połączenie wyżej wymienionych miejscowości, którą codziennie dowożone są dzieci i młodzież do szkoły w Muszynie. Z drogi korzystają służby Administracji Lasów Państwowych, Straży Granicznej oraz Zakładu Rozlewni Wód Mineralnych. Dodatkowo po zakończeniu rozbudowy przejścia granicznego zwiększy się wielokrotnie ruch samochodów osobowych i ciężarowych wykorzystujących ten ciąg komunikacyjny. Droga ta ma również znaczenie dla kontaktów transgranicznych powiatów nowosądeckiego, timanowskiego i tarnowskiego.

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 79

podpis ..... Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoj-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

## 3. Budowa geologiczna rejonu badań

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29 Z up. STAROSTY

podpis ..... mgr inż. Laura Lichoń-Glenczyk  
00000 POWIATOWY

Obszar objęty badaniami leży na terenie arkusza Leluchów (1062) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (fig. 2; J. Chrząstowski i in., 1992). Według przeprowadzonych badań analizowany obszar leży na terenie jednostki magurskiej, podjednostki krynickiej (J. Chrząstowski i in., 1992). Na terenie obszaru badań występuje jeden z fałdów rozwiniętych w obrębie piaskowców z Piwnicznej. Fałd ten o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego jest asymetryczny, jego skrzydło północne jest bardziej strome niż południowe (J. Chrząstowski i in., 1992). Przy zachodnim obrzeżeniu osuwiska przebiega poprzeczny uskok, wzdłuż którego nastąpiła rotacja piaskowców o około  $60^{\circ}$ .

Obszar badań jest zbudowany z gruboławicowych piaskowców z Piwnicznej, w którym to ogniwie przeważają piaskowce o litotypie magurskim. Są one gruboławicowe (2,5-6 m), średnioziarniste o nieuporządkowanym rozsortowaniu, rzadziej strukturze frakcjonalnej. Charakteryzują je barwy od jasnoszarej do stalowoszarej, czasem są to piaskowce zlepieńcowate lub zlepieńce o średnicy ziaren do 2 cm. W skład, których wchodzi ziarna białego kwarcu z dużą domieszką skaleni i materiału egzotycznego oraz muskowit. Piaskowcom towarzyszą łupki o miąższości od 1 do 5 cm, barwy szaro-oliwkowej, piaszczyste, mikowe z sieczką roślinną. W obrębie gruboławicowych piaskowców z Piwnicznej występują pakiety średnio- i drobnorytmicznego fliszu o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Składają się na nie cienkoławicowe piaskowce typu hieroglifowego i oliwkowo-szare łupki margliste, czasem łupki mają barwy ciemne i szaro-brunatne. Tego typu utwory występują we wschodniej części omawianego osuwiska (fig. 3).

Pomiary biegu i zapadania warstw pomierzone przy zachodnim obrzeżeniu osuwiska, w obrębie wychodni gruboławicowych piaskowców z Piwnicznej (fig. 3), gdzie stwierdzono zapadanie warstw ku południowi pod kątem  $22-28^{\circ}$ . Natomiast przy wschodnim obrzeżeniu omawianego osuwiska łupkowo – piaskowcowe utwory w obrębie piaskowców z Piwnicznej zapadają ku północy pod kątem  $25^{\circ}$ . Nienaruszone wychodnie piaskowców z Piwnicznej stwierdzono w dnie doliny Popradu, gdzie zapadają one ku E pod kątem  $25-28^{\circ}$ . Taka zmienność kierunku zapadania i biegu warstw wskazuje, że osuwisko jest założone na uskoku, który przebiega prawdopodobnie pod kolumbami w środkowej jego części.

Wykonano również pomiary zapadania pakietów osuniętego fliszu w strefie



aktywnej niszy osuwiskowej (fig. 3), odsłaniające się tam utwory piaskowców z Piwnicznej są wyraźnie zrotowane w stosunku do wychodni na obrzeżach osuwiska (fig. 3).

Wyniki badań, profilowania otworów badawczych L1 – L4 (fig. 4,1-4,4) potwierdziły w części założenia projektowe. W wyniku wierceń podłoże koluwiów osiągnięto tylko 2 otworami o głębokości 20 m. a otworami nawiercono tylko górna część koluwiów.

W profilu **otworu L1** (fig.4,1; położony przy górnej granicy jezdni, wys. 494,0 m n.p.m.) stwierdzono:

0,00 - 1,70 m	gliny z rumoszem piaskowcowym;
1,70 – 2,20 m	rumosz łupkowy zagliniony;
2,20 – 2,40 m	fragmenty zlustrowanych łupków;
2,40 – 4,20 m	gliny z rumoszem piaskowcowym;
4,20 - 4,60 m	rumosz silnie zwietrzałych piaskowców;
4,60 – 5,10 m	rumosz świeżego piaskowca średnioziarnistego.

W profilu **otworu L2** (fig. 4,2; położony przy górnej granicy jezdni w dolnej części osuwiska, wys. 484,5 m n.p.m.) stwierdzono:

0,00-3,70 m	gliny piaszczyste z ostrokrawędzistym rumoszem zwietrzałych piaskowców (na głębokości 3,5 m poziom wody);
3,70 – 4,40 m	silnie zagliniony rumosz piaskowców;
4,40 – 5,00 m	rumosz piaskowcowy zagliniony.

W profilu **otworu L3** (fig. 4,3; wys. 487,5 m n.p.m.) stwierdzono:

0,00-0,30 m	żwir z piaskiem (nasyp drogowy);
0,30-2,90 m	gliny piaszczyste barwy szarozółtej z ostrokrawędzistym rumoszem piaskowców, silnie wapniste;
2,90-3,60 m	gliny ilaste barwy ciemnopopielatej z rumoszem piaskowców i łupków (na głębokości 3,6 m nawiercono poziom z wodą);
3,60-5,60 m	gliny barwy ciemnożółtej z ostrokrawędzistym rumoszem piaskowcowym;
5,60-5,70 m	blok piaskowca;
5,70-7,20 m	ostrokrawędzisty rumosz piaskowca z gliną wapnistą barwy szarozółtej;
7,20-7,60 m	łupki ilaste barwy szaro-zielonej z rumoszem piaskowców;
7,60-8,00 m	rumosz piaskowców średnioziarnistych;

STAROSTA NOWOSADECKI  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

Z up. STAROSTY 6

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



- 8,00-10,6 m ostrokrawędzisty rumosz piaskowcowy z glinami barwy szarozółtej;
- 10,6-11,1 m drobny rumosz piaskowcowy lub mocno spękanе piaskowce;
- 11,1-11,2 m jasnopopielate łupki ilaste o cechach mylonitu (powierzchnia poślizgu);
- 11,2-16,5 m rumosz piaskowcowy z gliną barwy żółtej (bardzo mały uzysk rdzenia) oraz rumoszem popielatych i czarnych łupków;
- 16,5-17,5 m spękanы piaskowiec średnioziarnisty;
- 17,5-18,0 m rumosz mułowców i łupków barwy czarnej z wyraźnymi śladami luster tektonicznych;
- 18,0-18,5 m ciemnoszare (prawie czarne) łupki piaszczyste, silnie nawodnione. Lustra na głębokości około 18 m o kącie upadu 8-10<sup>0</sup>, prawdopodobnie powierzchnia poślizgu;
- 18,5-19,3 m silnie spękanе łupki barwy ciemnoszarej, miejscami z iłem;
- 19,3-20,0 m mułowce i łupki barwy szaro-czarnej o poziomej laminacji, kat zapadania około 15<sup>0</sup>. W końcowych 0,2 m odcinku rdzenia obserwowano ślady luster tektonicznych na wielu płaszczyznach.

W profilu **otworu L4** (fig. 4,4; wys. 493,5 m n.p.m.) stwierdzono:

- 0,00-4,00 m gliny piaszczyste z ostrokrawędzistym rumoszem piaskowców. Na głębokości 3,0 i 4,3 m gliny barwy popielatej mocno zawodnione;
- 4,00-4,50 m rumosz piaskowcowy z pojedynczymi słabo obtoczonymi żwirami piaskowcowymi;
- 4,50-6,80 m spękanе piaskowce różnoziarniste;
- 6,80-6,90 m łupki barwy popielatej, mocno zlustrowane. Lustra na powierzchniach prawie poziomych (powierzchnia ścięcia);
- 6,90-8,00 m drobny rumosz piaskowcowy z gliną barwy szarozółtej;
- 8,00-8,50 m ostrokrawędzisty rumosz piaskowcowy;
- 8,50-11,0 m ostrokrawędzisty rumosz piaskowcowy (do 12 cm) z glinami barwy szarej i rumoszem łupków barwy szaro-popielatej;
- 11,0-12,5 m ostrokrawędzisty rumosz piaskowcowy lub silnie spękanе bloki piaskowcowe;
- 12,5-12,8 m jasnoszare gliny piaszczyste z rumoszem piaskowcowym;
- 12,8-14,3 m rumosz piaskowcowy z glina piaszczystą. Na głębokości 13-13,4 m kąt zapadania 5-10<sup>0</sup>.

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

Z up. STAROSTY

inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

- 14,3-16,6 m rumosz piaskowcowy i łupkowy z gliną barwy szarej;?
- 16,6-18,4 m piaski zaglinione ze słabo obtoczonymi żwirami piaskowcowymi, 2-3 rodzaje piaskowców noszących ślady obróbki rzecznej;
- 18,4-18,6 m blok spękanego piaskowca;
- 18,6-20,3 m piaskowce gruboławicowe i zlepieńcowate z pionowymi spękaniem i śladami lustra tektonicznego. Powierzchnie spękań noszą ślady zwietrzenia w postaci zabarwienia barwy rdzawo-żółtej.

Na utwory czwartorzędowe składają się koluwia osuwiskowe, utwory rzeczne oraz pokrywy stokowe wykształcone w postaci glin z różnym udziałem rumoszy piaskowców i łupków określanych jako zwietrzliny, a w dolnych częściach stoków jako pokrywy deluwialno-soliflukcyjne. Na uwagę zasługują żwirowo-piaszczyste aluwia rzeczne w dolinie Popradu i jego dopływach, z których zbudowane są terasy rzeczne. Duże powierzchnie zajmują gliny z rumoszem różnej genezy (zwietrzelinowe, deluwialne i soliflukcyjne) o miąższości od 0,5 m do kilku metrów w dolnych częściach stoków.

Na terenie prowadzonych prac geologicznych nie obserwowano naturalnych wypływów wód gruntowych poza okresem wiosennym. Zaznaczają się jedynie płytkie rozcięcia wód płynących okresowo. Na terenie osuwiska w czasie prac terenowych tylko we wschodniej części stwierdzono zawilgocenia w obrębie gruntów koluwalnych. W okresie wiosennym występowały wypływy w dolnej części aktywnego osuwiska. W otworach wykonanych we wschodniej części osuwiska (L2 i L3) nawiercono poziom wodonośny na głębokości 3,6 m, a w otworze L4 na głębokości 4,5 m stwierdzono słaby przyływ wody. Są to lokalne poziomy wód gruntowych w obrębie koluwiów osuwiskowych.

#### 4. Procesy osuwiskowe

Osuwisko uaktywniło się w 2001 roku. Po opadach w miesiącu lipcu miało miejsce osunięcie się koluwiów i nasunięcie się na modernizowaną drogę. Ruchy osuwiskowe miały miejsce na terenie nieaktywnego starego stoku osuwiskowego o zmiennym nachyleni od 5 do 40<sup>0</sup>. Osuwisko rozpoczyna się niszą w rejonie niewielkiego bocznego grzbietu na wysokości 575 m n.p.m. wyciętą w piaskowcach z Piwnicznej o charakterystycznym łukowatym kształcie i wysokości 10-12 m. Poniżej występują bloki piaskowcowe oraz charakterystyczne spłaszczenie wewnątrz osuwiskowe. Poniżej spłaszczenia po powierzchni którego biegnie droga leśna, występują kolejne progi i spłaszczenie, wskazujące że mamy

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Z up. STAROSTY

8

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

notariusz



do czynienia z głębokim osuwiskiem strukturalnym, w obrębie którego uległy przemieszczeniu i zrotowaniu całe pakiety (kry) odkutego fliszu (w omawianym osuwisku ogniwa piaskowców z Piwnicznej). Osuwisko sięga dna doliny Popradu i schodzi do wysokości około 460-461 m n.p.m. Najniższa części osuwiska zaznacza się koluwalnymi blokami piaskowcowymi, które nasunięte są na nienaruszone wychodnie piaskowców z Piwnicznej, a odsłaniające się w krawędzi erozyjnej ponad korytem Popradu. Osuwisk to należy ze względu na rodzaj ruchu do osuwisk złożonych rotacyjno-translacyjnych, a ze względu na stosunek do ułożenia warstw skalnych można go zaliczyć także do osuwisk złożonych (L. Bober, 1984). W zachodniej części niszy aktualnie czynnego osuwiska stwierdzono istnienie licznych luster tektonicznych, co wskazuje też na duży związek omawianego osuwiska z uskokami występującymi w podłożu koluwiów. Ona wschód od omawianego osuwisk w kierunku Muszyny występują duże osuwiska strukturalne, co widoczne jest na publikowanej Szczegółowej Mapie Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Leluchów (J. Chrzastowski i in., 1992). Czoła tych obecnie nieaktywnych osuwisk sięgają drogi Muszyna – Leluchów.

Uaktywnienie omawianego osuwiska dodatkowo spowodowane zostało podcięciem stoku osuwiskowego w czasie modernizacji drogi do przejścia granicznego w Leluchowie. W pierwszej kolejności uruchomione zostały masy koluwalne powyżej drogi, które w wyniku ruchu nasunęły się na jezdnię. Został zniszczony drzewostan leśny, w czasie gdy grunty ulegały przemieszczeniu już w 20001 roku. W latach 2002-2003 nastąpił dalszy rozwój osuwiska i znaczne przemieszczenia koluwiów oraz przesuwanie się stopniowo niszy w górę stoku dla osuwiska zarówno powyżej jak i poniżej drogi. Również w środkowej części osuwiska miały miejsce przemieszczenia i ruch osuwiska poniżej drogi w kierunku Popradu. W omawianym okresie czasu osuwisko wielokrotnie nasuwało się na korpus drogi, a osunięte na drogę koluwia były wywożone poza obszar współcześnie aktywnego osuwiska. Wyraźne nasunięcia zagrażające ruchowi na omawianym odcinku drogi widoczne były po roztopach wiosennych w 2004 roku oraz opadach w 2003 roku droga była zasypana glinami z rumoszem. Również w wyniku osuwania się koluwiów poniżej drogi, została ona zerwana. W wyniku prowadzonych napraw i bieżących zabezpieczeń latach 2002-2004 została przesunięta o ponad 3 m ku południowi. Krawędź niszy, którą rozpoczyna się obecnie aktywna części osuwiska ma wysokość od 0,5 do 3 m, jej przebieg jest zmienny (fig. 3). Powyżej występują otwarte szczeliny wskazujące na dalszy i ciągły rozwój osuwiska w górę stoku. W strefie niszy ma miejsce odkuwanie się

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



całych pakietów zwłaszcza we wschodniej części oraz rotacja odkuwających się pakietów fliszu o co najmniej 30°. Poniżej niszy znaczą się 2 progi o wysokości do 10 m przebiegające równolegle do strefy odkłucia. W obrębie aktywnej części koluwiów miały miejsce znaczne przemieszczenia, a morfologia wewnątrzsuwiskowa ulegała w czasie obserwacji - w ciągu 2003 roku i na początku 2004 roku dosyć istotnym zmianom. Polegały one na zmianie powierzchni, powstaniu zagłębień bezodpływowych, przemieszczeniu gruntów w obrębie progów. Powierzchnia tereny między niszą a pierwszym progiem obniżyła się o co najmniej 1 m w ciągu ostatniego roku.

Osuwisko niszczące drogę rozwijało się wieloetapowo. Najstarsza część osuwiska występująca między grzbietem a aktywnym fragmentem osuwiska mogła powstać między wczesnym holocenem a czasami historycznymi i jest porośnięta lasem. Osuwisko to ulegało odmłodzeniu, na co wskazują wyraźnie zachowane formy nisz w środkowej części osuwiska (fig. 3), które w części zostały przekształcone lub zniszczone przez ruchy grawitacyjne zachodzące w ostatnich latach. Różnowiekowe etapy osunięć można również interpretować na załączonych przekrojach geologicznych (fig. 5,7).

## 5. Właściwości fizyko-mechaniczne gruntów

Występujące w podłożu grunty reprezentują czwartorzędowe pokrywy deluwialno-zwietrzelinowe i koluwialne, utwory rzeczne oraz wychodnie eoceńskich piaskowców z Piwnicznej, będących fliszowym podłożem skalnym. Klasyfikację gruntów podłoża przeprowadzono na podstawie polowych makroskopowych badań prób gruntów, badań laboratoryjnych, analizy materiałów archiwalnych zgodnie z normami PN-74/B-04482, PN-86/B-02480, PN-81/B-03020. Występujące na omawianym obszarze grunty zaliczono do 4-ch warstw geotechnicznych.

### Do warstwy geotechnicznej I zaliczono:

- utwory koluwialne reprezentowane przez gliny, gliny zwarte gliny i ily z rumoszem, rumosze i bloki gliniaste, pakiety fliszowe. Są one zróżnicowane w profilu pionowym jak i przestrzennym ich występowaniu. Stan gruntów spoistych jest zmienny od miękkoplastycznego do półzwarego i zwarego. Koluwia omawianego osuwiska charakteryzują się zmiennym składem gruntów wzajemnie przemieszanych, a zwłaszcza zmiennym udziałem rumoszy, bloków i głazów piaskowcowych. Zawartość okruchów skalnych w znacznym stopniu decyduje o właściwościach tych utworów. W obrębie

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

2024 - 11 - 29

Nowy Sącz, dnia .....

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. *Laura Lichoń-Głowczyk*  
GEOLOG POWIATOWY

piaski, żwiry i gliny rzeczne – zajmujące niewielkie obszary w dnie doliny Popradu oraz w podłożu nasuniętych koluwiów w rejonie otworu L4 (fig. 3, 6, 7). Grunty te zajmują niewielkie powierzchnie. Utwory rzeczne występują w postaci gruntów spoistych i niespoistych. Niespoiste grunty rzeczne to piaski i żwiry rzeczne przykryte koluwiami w rejonie otworu L4.

### **Do warstwy geotechnicznej III zaliczono**

gliny zwietrzelinowo – deluwialne twardoplastyczne z domieszką rumoszu piaskowców i łupków oraz piaskowce z Piwnicznej. Utwory te występują na stokach o zmiennym nachyleniu do 7 do 25<sup>0</sup>. Utwory pokrywowe związane są bezpośrednio z utworami fliszowymi i mają zmienną miąższość zależną od położenia oraz nachylenia stoku, dlatego też włączono je do jednej warstwy geotechnicznej. Warstwy skalne są w stropie silnie zwietrzałe i spękane i przechodzą stopniowo ku górze w rumosze i rumosze z glinami oraz gliny z rumoszem piaskowców i łupków. Sam strop tych utworów poza obszarami osuwiskowymi występuje na głębokości nie większej niż 1-2 m p.p.t. Wychodnie piaskowców z Piwnicznej na powierzchni odsłaniają się tylko w zachodniej części omawianego osuwiska, oraz w krawędzi erozyjnej wzdłuż koryta Popradu. Dane dotyczące właściwości geomechanicznych piaskowców z Piwnicznej podaje w swojej pracy J. Pinińska (2003), z których należy wymienić: porowatość  $n=0,43-6,50\%$ ; gęstość pozorna  $P_s=2,51-2,67$ ; nasiąkliwość wagowa  $n_w=0,21-1,66\%$ ; wytrzymałość na rozciąganie  $R_T=5,25-11,1\text{Mpa}$ ; wytrzymałość na ścinanie  $\tau=10,50-22,22\text{Mpa}$ . Zacytowane poniżej dane ulegają obniżeniu w strefach uskokowych oraz strefach zwietrzenia. Strop podłoża (calizny) określony na podstawie badań sejsmiki inżynierskiej charakteryzuje się prędkościami większymi od 1900-2000 m/s i na terenach osuwiskowych występuje od 5 do 20 m p.p.t.

Nasypów korpusu drogowego w oddzielnej warstwie geotechnicznej nie wydzielano ze względu na małą miąższość. W składzie nasypu dominują gliny z domieszką żwiru i rumoszu.

## **6. Warunki hydrogeologiczne**

W oparciu o analizę dostępnych materiałów oraz prace terenowe w omawianym rejonie wody podziemne występują w postaci:

a – **wód gruntowych** w obrębie koluwiów i pokryw deluwialno-zwietrzelinowych. Są to wody o charakterze punktowym związane z bardziej przepuszczalnymi fragmentami

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GÉOLOG POWIATOWY



pokryw w obrębie glin i rumoszy. Wodonośność tych utworów jest zmienna i generalnie niewielka z uwagi na ich litologiczne wykształcenie, małą miąższość oraz niewielkie rozprzestrzenienie. Wody sączeniowe są alimentowane wodami opadowymi infiltrującymi w ich obrębie w głębsze podłoże. Cechą charakterystyczną jest ich zmienna w czasie wydajność uzależniona od warunków pogodowych. Wody te mogą występować na różnych głębokościach, w okresie długich opadów oraz okresie roztopowym w całym profilu utworów koluwalnych. W czasie wierceń stwierdzono poziom wodonośny w rejonie otworów L2 i L3 na głębokości 3,4-3,6 m p.p.t. Związane jest to prawdopodobnie z większym udziałem łupków w obrębie ogniwa piaskowców z Piwnicznej. W rejonie otworów L3 i L4 obserwowano sączenia wody i wypływy, ale był to okres związany z czasem roztopów wiosennych. W okresie jesiennym w omawianej strefie nie stwierdzano takich wypływów. W zachodniej części osuwiska, gdzie dominują spękane piaskowce z Piwnicznej brak jest wypływów wód gruntowych.

b – wód szczelinowo-porowych w obrębie trzeciorzędowych piaskowców z Piwnicznej mogą występować zbiorniki wód podziemnych o charakterze szczelinowym. Lustro wody występuje na znacznych głębokościach. Zbiornik ten jest odwadniany źródłami, które występują w dolnych częściach stoków już poza obszarem omawianego osuwiska.

## **7. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich i prognoza wpływu inwestycji na środowisko naturalne**

Występujące w podłożu grunty charakteryzują się zróżnicowanymi warunkami geotechnicznymi uzależnionymi od ich genezy, stanu gruntu i wykształcenia. Na powierzchni zalegają czwartorzędowe pokrywy deluwialno-zwietrzelinowe i koluwia osuwiskowe, oraz trzeciorzędowe utwory fliszowe serii magurskiej (piaskowce z Piwnicznej).

Czwartorzędowe utwory koluwalne reprezentowane są w stropowych partiach przez gliny twardoplastyczne do miękoplastycznych oraz ily z rumoszami łupków i piaskowców. Głębiej występuje gliny ilaste i ily z rumoszem oraz rumosze, głązy i bloki a także spękane pakiety osuniętego fliszu. Od niżej nienaruszonego podłoża oddziela je wąska strefa poślizgu, stwierdzona w otworze L3 na głębokości 18,5 m, natomiast w otworze L4 koluwia nasunięte są na blisko 2 m serie piasków i żwirów rzecznych, a miąższość

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 - Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29

Z up. STAROSTY  
  
mgr inż. Laura Lichoń-Głuszczyk  
GEOLOG POWIATOWY



koluwiów w tym miejscu wynosi 16,6 m. W otworze L3 ponadto powierzchnia poślizgu znajduje się na głębokości 11,1-11,2 m, gdzie łupki są wyraźnie zmienione i w tym przedziale głębokościowym otwór był w czasie głębiania silnie krzywiony i mógł być wiercony tylko w czasie ciągłego rurowania. Wskazuje to na istnienie dużych naprężeń ścinających na wspomnianej głębokości.

W otworze L3 ślady zlustrowań na łupka stwierdzono na głębokości 6,8-6,9 m, co wskazuje na istnienie młodszej powierzchni poślizgu w obrębie 16,6 m miąższości profilu koluwiów. Szczegółowe warunki gruntowe panujące w podłożu scharakteryzowano na przekrojach geologicznych przez osuwisko.

Występujące na powierzchni w rejonie omawianego osuwiska utwory deluwialno-zwietrzelinowe mają niewielkie miąższości (1-2 m) i zalegają na utworach fliszowych wykształconych jako piaskowce z Piwnicznej. Grunty te charakteryzują się dobrą nośnością i stanowią podstawową warstwę geotechniczną dokumentowanego terenu. Pewne osłabienia tych gruntów związane są z istniejącymi uskokami

Na odcinku drogi przeznaczonej do zabezpieczenia można wydzielić 5 rejonów geologiczno-inżynierskich oznaczonych literami A, B, C, D, E.

**Rejon A** - obszary stoków naturalnych z pokrywą deluwialno zwietrzelinową o miąższości do 2 m leżące na piaskowcach z Piwnicznej

**Rejon B** – obszar stoków osuwiskowych nieaktywnych – masy koluwalne złożone z glin i iłów z różnym udziałem rumoszy piaskowcowych i łupkowych oraz gładów i bloków piaskowcowych oraz pakietów osuniętego fliszu. Lustro wody na głębokości około 3,5 m p.p.t. Grunty te charakteryzują się znaczną zmiennością parametrów geotechnicznych, a miąższość ich wynosi do 18-20 m. Nie można wykluczyć, że utwory te mogą być przemieszczane przy zbiegu niekorzystnych warunków np. meteorologicznych, zmiany nachylenia, dodatkowego obciążenia.

**Rejon C** – obszar aktywnego osuwiska – masy koluwalne złożone z glin i glin zwięzłych o różnym stopniu plastyczności i miąższości do 2 do 10 m. Masy koluwalne w czasie 2 lat nasuwające się na drogę. Jest to strefa całkowicie wykluczające działalność, a drodze zagrażają osuwające się masy koluwalne. Występują wyraźne uszkodzenia korpusu i nawierzchni asfaltowej. W obrębie tej jednostki ze względu na udział piaskowców i łupków w budowie podłoża koluwiów wyróżniono:

**rejon C1** – obszar aktywnego osuwiska na wychodniach z przewagą piaskowców;

**rejon C2** – obszar aktywnego osuwiska na wychodniach z dużym udziałem łupków.

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

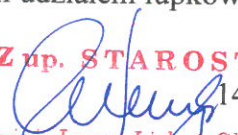
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 2. 9.

podpis .....

Z up. STAROSTY

  
mgr inż. Laura Lichon-Głowa  
GEOLOG POWIATOWY

Jest to obszar charakteryzujący się większymi przemieszczeniami i głębszym przebiegiem powierzchni poślizgi w stosunku do rejonu C1.

**Rejon D** – obszar stromego stoku krawędziowego poniżej drogi, zbudowanego z cienkiej pokrywy (do 1 m miąższości) złożonej z rumoszy i glin deluwialno – zwietrzelinowych okrywających wychodnie piaskowców z Piwnicznej zapadających ku E pod katami 25-29°. Ze względu na znaczne nachylenie stoku (miejscami ponad 25°) obszar ten nie nadaje się pod inwestycje i winien być użytkowany jak dotychczas.

**Rejon E** – obszar teras zalewowych w dolinie Popradu, który budują aluwia rzeczne złożone ze żwirów i piasków oraz glin. Są one składane w czasie wezbrań, a teren jest okresowo zalewany

Istniejąca droga charakteryzuje się dywanikiem asfaltowym o grubości 0,05-0,07 m ułożonym na podbudowie z pospółki rzecznej i kruszywa łamanego o grubości 0,3-0,5 m. Podbudowa jest ułożona na utworach koluwalnych złożonych z glin z domieszką rumoszu piaskowcowego, osiagających miąższości 14-18 m.

Projektowane prace zabezpieczające mają na celu zabezpieczenie stoku powyżej i poniżej użytkowanej drogi oraz wyeliminowanie zagrożeń związanych z zachodzącymi ruchami osuwiskowymi. Prace zabezpieczające powinny zmienić dosyć istotnie warunki gruntowo – wodne w obrębie koluwiów, natomiast nie zmieniają w istotny sposób warunków hydrogeologicznych mogących mieć szkodliwy wpływ dla środowiska, w tym szczególnie dla wód powierzchniowych. Prace budowlane przy stabilizacji osuwiska należy prowadzić tak aby unieszkodliwić ich skażenie. Należy zwrócić uwagę, że teren ten jest w obszarze górniczym wyznaczonym dla złoża wód mineralnych Muszyna.

## 8. Ocena stateczności zbocza i korpusu drogowego

Przewidywany do remontu i zabezpieczenia odcinek drogi przebiega w obrębie stoku objętego starym i głębokim osuwiskiem strukturalnym. Części tego osuwiska uległa uaktywnieniu w 2001 roku. Nisza odmłodzonego i aktywnego osuwiska przebiega na wysokości od 505 m n.p.m. w części zachodniej, 528,9 m w części środkowej oraz 515 w części zachodniej. Sam korpus drogi leży na wysokości 482,2 m w części wschodniej i rośnie do 496,5 m w części zachodniej. Część aktywna osuwiska powyżej drogi ma miąższość 2 do 10 m (fig. 5, 7). Krawędź niszy osiąga wysokość od 0,5 do 3 m,

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
2024 - 11 - 29

Nowy Sącz, dnia .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Dichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



maksymalnie 5 m. Powyżej występują spękania i otwarte szczeliny, a poniżej niszy widoczne są świeże osunięcia, występują liczne garby i zagłębienia oraz zniszczony jest drzewostan leśny. W wyniku osuwania się tarasowana jest droga. Również niszczone jest korpus drogi w wyniku osunięć poniżej drogi, gdzie miało miejsce upłynnienie części koluwiów. Zniszczeniu uległ fragment korpusu drogi od strony Popradu. Określone kąty tarcia wewnętrznego w warunkach laboratoryjnych wynoszą od 7,8 do 21<sup>0</sup>, co wiązać można z zawartością rumoszu oraz zawartością wody w gruncie. Natomiast spójność dla omawianych koluwiów wynosi od 8,9 do 50,5 kPa. Dane te pokazują na bardzo dużą zmienność parametrów w obrębie koluwiów, oraz na konieczność obliczenia współczynników stateczności przy uwzględnieniu wielu czynników mogących mieć wpływ na zachwianie równowagi zboczy. Obserwacje zachowania się otworów w czasie wiercenia wskazują, że w obrębie obecnie nie aktywnych części profilu koluwiów istnieją dynamiczne naprężenia ścinające. Obszar przewidziany do stabilizacji wymaga szczególnej ostrożności przy wykonywaniu prac zabezpieczających

## 9. Wnioski i zalecenia

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na stwierdzenie, że miąższość koluwiów wynosi w rejonie drogi do 18 m, przebieg powierzchni poślizgu przebiega na znacznej głębokości a osuwisko należy do głębokich osuwisk strukturalnych. Wyniki prac powierzchniowych wskazują na wieloetapowy rozwój osuwiska. W obrębie dużej formy osuwiskowej wyraźnie zaznacza się forma osuwiska współcześnie aktywnego, gdzie przemieszczenia koluwiów w ciągu roku oszacować można na dziesiątki centymetrów. Osuwisko to położone na drodze o znaczeniu międzynarodowym winno być monitorowane w sposób ciągły. W strefie powyżej istniejącej drogi w najbliższym czasie winien być założony co najmniej jeden inklinometr do pomiarów i rejestracji przebiegu ruchów w obrębie koluwiów. Wymaga to jednak oddzielnych środków na zakup i montaż inklinometru oraz środki na prowadzenie i opracowanie obserwacji.

Zabezpieczeniu i stabilizacji wymaga zarówno stok powyżej i poniżej obecnie funkcjonującej drogi. Odcinek drogi wymagający zabezpieczenia przebiega w dolnej części stoku objętego osuwiskiem charakteryzujący się nachyleniami od 15 do 45<sup>0</sup>, a grunty koluwalne charakteryzują się bardzo zmiennymi parametrami geotechnicznymi. Pierwotna powierzchnia stoku w obrębie starego osuwiska została sztucznie podcięta w czasie

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLÓG POWIATOWY

modernizacji drogi, na co nałożyły się opady w 2001 roku, co w efekcie spowodowało rozpoczęcie ruchu osuwiskowego powyżej drogi, a przemieszczenia trwają do chwili obecnej. Profile wykonanych wierceń badawczych wskazują na występowanie w podłożu drogi znacznej miąższości zróżnicowanych koluwiów z lustrami, wskazujące na występowanie powierzchni poślizgu. Strop fliszowych piaskowców nawiercono w rejonie drogi na głębokości 18 m p.p.t. Przy tej miąższości koluwiów oraz występujących nachyleniach stabilizacja będzie trudna i wymagała specjalistycznego projektu budowlanego jak i też projektu technologii wykonywania prac zabezpieczających. Nie prowadzono sondowań sondą dynamiczno-penetracyjną dla wyznaczenia powierzchni poślizgu, gdyż uzyskiwane wyniki przy tego typu budowie koluwiów byłyby nie wiarygodne.

**W celu stabilizacji stoku oraz zabezpieczenia drogi zaleca się:**

- wykonanie drenażu terenu powyżej niszy aktywnego osuwiska jak i na terenie objętym ruchami osuwiskowymi, aby zabezpieczyć cały obszar przed wpływem wód opadowych i roztopowych. Wody winny być odprowadzone poza obszar osuwiska szczelnymi kolektorami. Wymagało to będzie wybudowania nowych kolektorów wzdłuż drogi.
- zmniejszenie nachylenia stoku poprzez zaprojektowanie stopni tarasowych poniżej jak i powyżej drogi oraz powierzchniowe umocnienie skarp ;
- usunięcia części koluwiów z aktywnej części osuwiska
- przeprowadzić prace stabilizacyjne w rejonie obecnie aktywnej części niszy, tak aby zmniejszyć możliwość rozwoju osuwiska w górę i przeciwdziałać uruchomieniu coraz większej masy koluwiów. W przypadku uruchomienia osuwiska w wyższej części, obejmującej obecnie nieaktywny obszar, prawdopodobnie nie będzie zatrzymanie osuwiska w sposób ekonomicznie uzasadniony ;
- przeprowadzić zabiegi geotechniczne wzmacniające grunty koluwalne poprzez zaprojektowanie i wykonanie odpowiednich budowli np. przy użyciu mikropali, gabionów, itp.;
- w czasie prowadzenia prac zabezpieczających winien być prowadzony ciągły dozór geologiczny.

Należy także rozważyć koszty stabilizacji do ewentualnego przeniesienia drogi poza obszar osuwiska, co wymagałoby budowy 2 mostów na rzece Poprad oraz budowy nowego odcinka drogi w dolinie Popradu.

**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowa  
170  
GEOLOG POWIATOWY



## 10. Literatura:

- B. Bargielewicz, 1961 – Osuwisko we wsi Wapienne koło Muszyny. Prz. Geol., nr. 3.
- Bober L., 1984, Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. Biul. Inst. Geol., 340: 115-162.
- J. Chrzastowski, P. Nescieruk, A. Wójcik, 1992 – Szczegółowa Mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Leluchów (1062). PIG, Warszawa.
- J. Chrzastowski, P. Nescieruk, A. Wójcik, 1993 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Muszyna (1052) i arkusz Leluchów (1062). PIG, Warszawa.
- E. Maślankiewicz, J. Mądry, T. Opera, B. Porwisz. 1996 – Pakiet informacyjny dotyczący wód mineralnych i leczniczych złoża Muszyna. PGSA w Krakowie.
- Pinińska J., 2003 – Właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał. Część IV. Karpaty fliszowe. t. 7 Zakład Geomechaniki Instytutu Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej UW. Warszawa.

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam

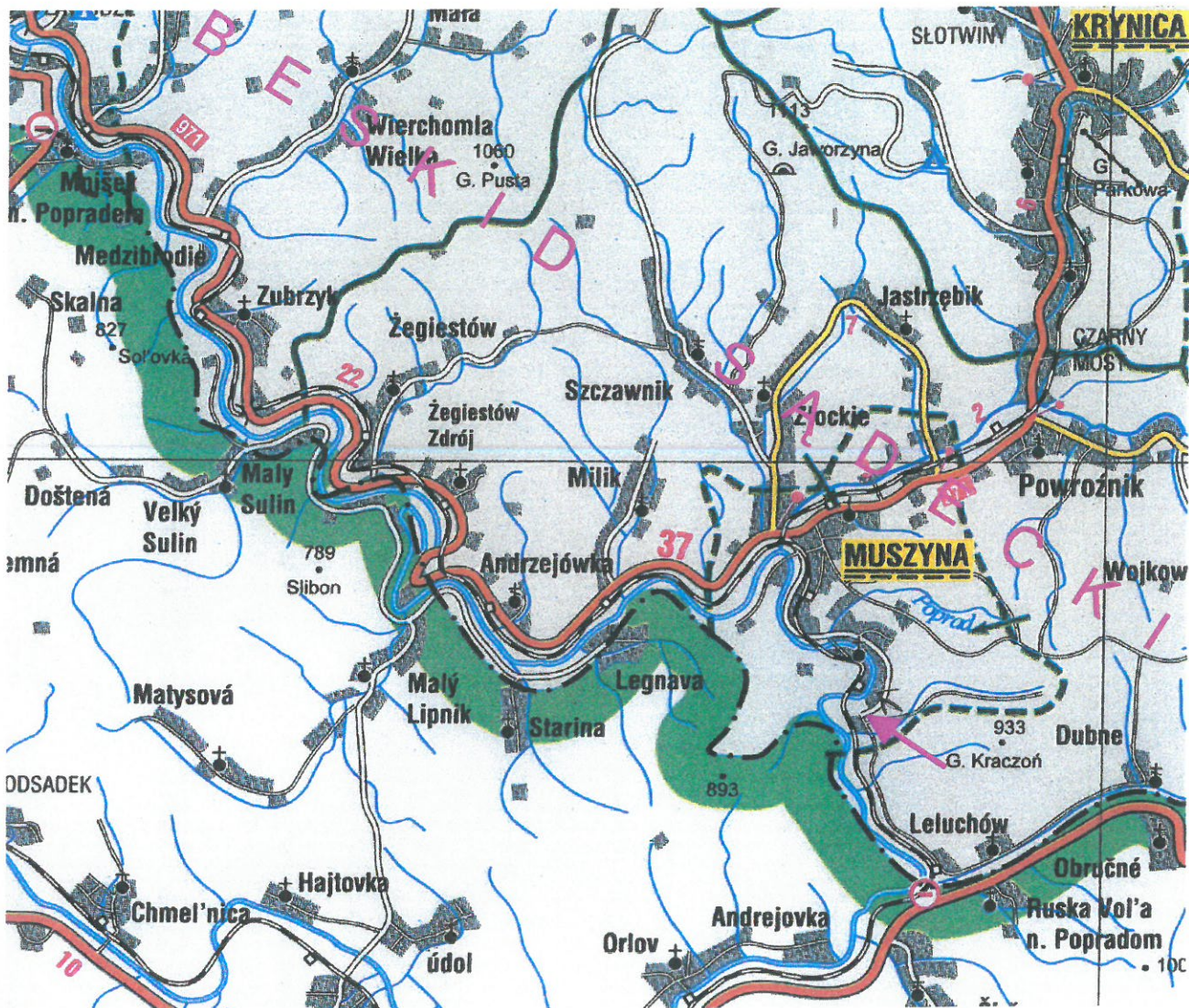
zgodność kserokopii z oryginałem


Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29 .....

podpis...Z.up...**STAROSTY**

*Laura Lichon-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

# Położenie terenu badań na mapie administracyjnej



 obszar badań

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis .....Z up: STAROSTY

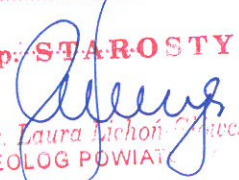
  
mgr inż. Laura Buchań-Ciwiżyk  
GEOLOG POWIAT



Fig. 2

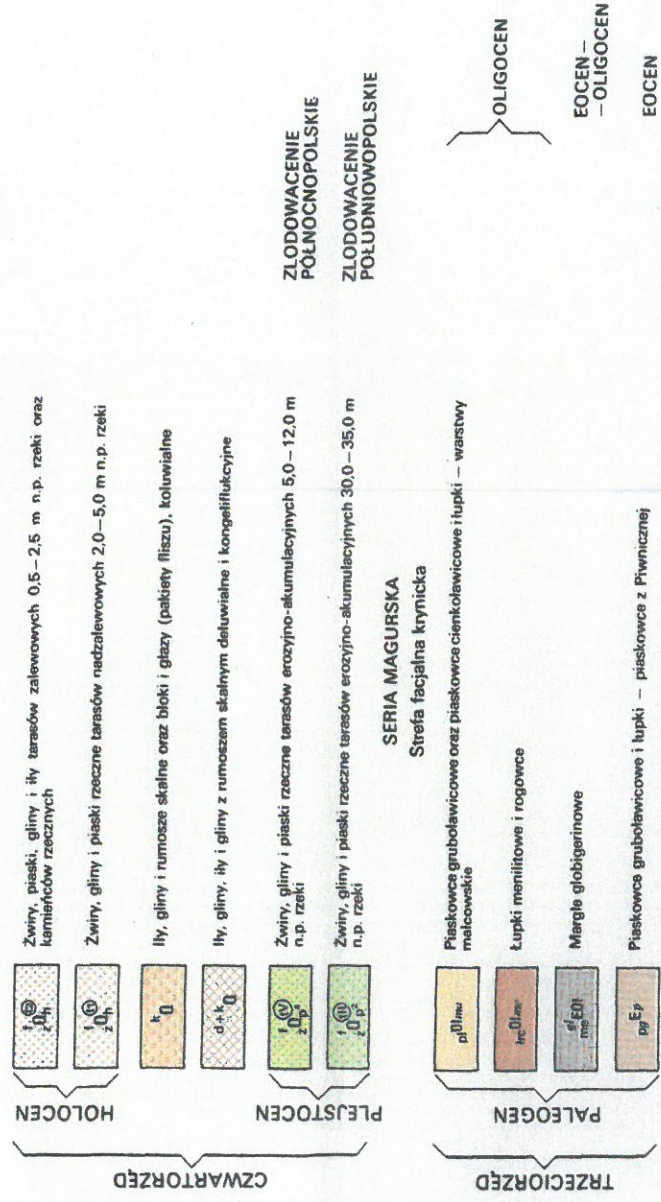
# Położenie obszaru badań na SMGP w skali 1:50 000

Opracowali: J. CHRZAŚTOWSKI, P. NESCIERUK, A. WÓJCIK – 1991 r.  
 Główny koordynator Szczegółowej Mapy geologicznej Polski – J. Fortuna  
 Koordynator regionu karpackiego – K. Zytko

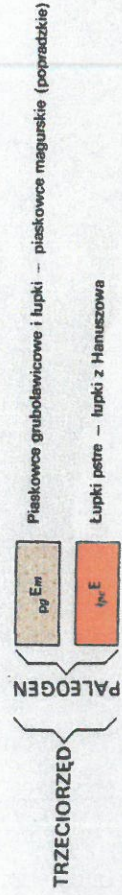
ark. Leluchów



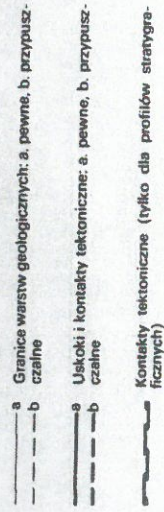
## OBJAŚNIENIA BARW I SYMBOLI



## DODATKOWE OBJAŚNIENIA DO PRZEKROJU



## ZNAKI KONWENCJONALNE



Granicz nasunięć

Biegi i upady

Położenie hieroglifów: a. na warstwach leżących normalnie, b. na warstwach odwróconych

Ułożenie warstw pionowe

Podcięcia erozyjne

A—B Unia przekroju

obszar badań

**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

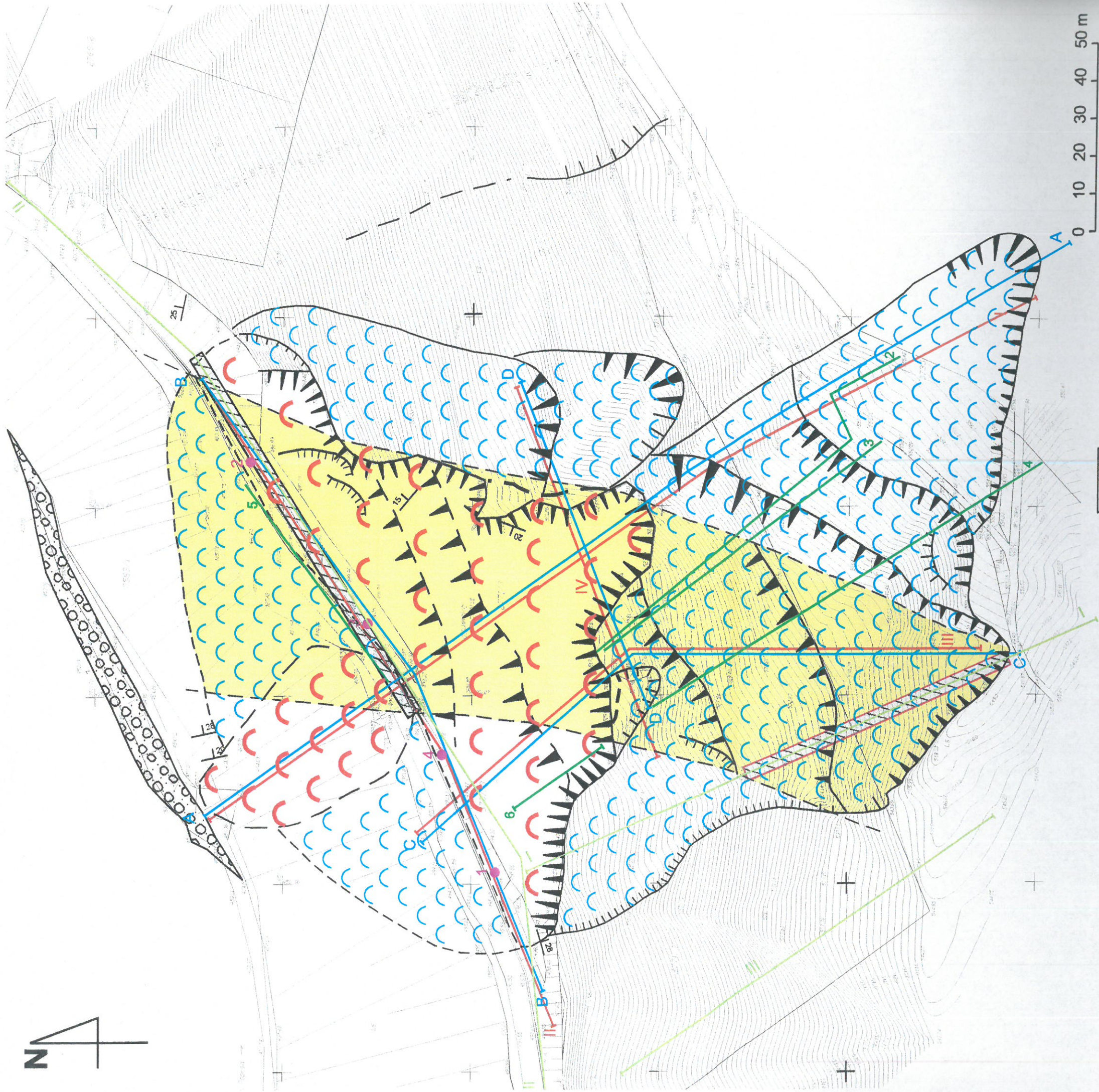
podpis up. STAROSTY

mgr inż. Larysa Lićwiń-Głóużyk  
 GEOLOG POWIATOWY



# Osuwisko w Muszynie na drodze Muszyna-Leuchow

3



- wysokie i wyraźne nize osuwiskowe i krawędzie progów wewnątrz osuwiskowych
- niskie krawędzie nisz i progów osuwiskowych
- bieg i upad warstw
- otwory wiertnicze
- przekroje geologiczne
- przebieg profili sejsmicznych
- przebieg profili georadarowych
- przebieg profili elektrooporowych
- anomalia niskooporowa

- piaskowce z Piwnicznej oraz gliny i rumosze zwietrzelinowe
- wkładowe łupków w obrębie piaskowców z Piwnicznej
- gliny, mułki, piaski i żwiry rzeczne
- koluwia nieaktywne
- koluwia aktywne


**STAROSTA NOWOSADECKI**  
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29  
podpis **Z. up. STAROSTY**  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# ZBIORCZE ZESTAWIENIE WYNIKÓW WIERCENIA

## (Karta otworu wiertniczego) Leluchów-1

Fig. 4.1

		Wykonawca: GEOTEST Tychy Inwestor bezpośredni: <b>MP MOSTY</b> Geolog dokumentator: dr hab. Antoni Wójcik	
Miejscowość: Muszyna Gmina: Muszyna Powiat: nowosądecki Województwo: małopolskie		Współrzędne geograficzne: 20°54'51" 49°19'37" Rzędna terenu: 494,0 m.n.p.m      Głębokość odwiercona: 5,1 m	
System i sposób wiercenia: mechaniczny, obrotowy Sposób pobierania próbek skał: do skrzynek Miejsce przechowywania próbek skał: magazyn OK PIG, Kraków, ul. Skrzatów 1			
Opis litologiczny warstw			
Skala [m]	Profil litologiczny	Wiek	Próby
1	[Symbol]	CZWARTORZĘD	• PLO1
2	[Symbol]		
3	[Symbol]		
4	[Symbol]		
5	[Symbol]		
	0,00 - 1,70 m	gliny z rumoszem piaszkowym zwietrzałym	
	1,70 - 2,20 m	rumosz łupkowy zagliniony	
	2,20 - 2,40 m	fragmenty zlustrowanych łupków	
	2,40 - 4,20 m	gliny plastyczne z rumoszem piaszkowym	
	4,20 - 4,60 m	rumosz silnie zwietrzałych piaszków	
	4,60 - 5,10 m	rumosz świeżego piaskowca średnioziarnistego	

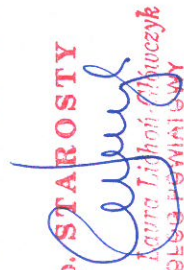
**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 - Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024. - 11 - 2. 9

Z up. STAROSTY



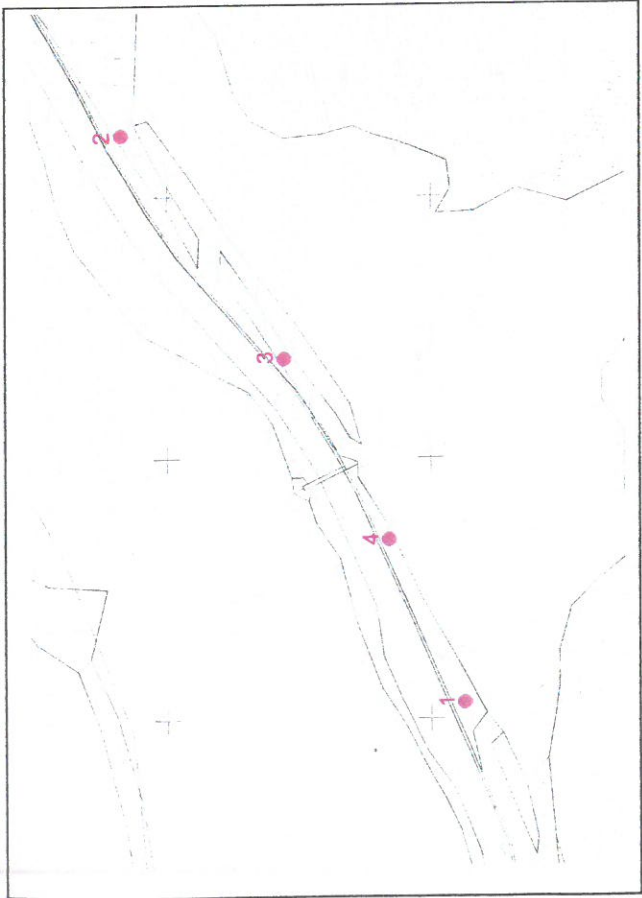
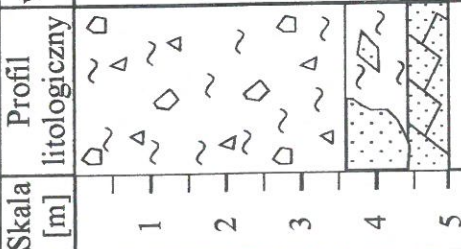
mgr inż. Katarzyna Tichon  
 GEOTECHNICZNY  
 GEOTECHNICZNY

podpis

# ZBIORCZE ZESTAWIENIE WYNIKÓW WIERCENIA

Fig. 42

## (Karta otworu wiertniczego) Leluchów-2

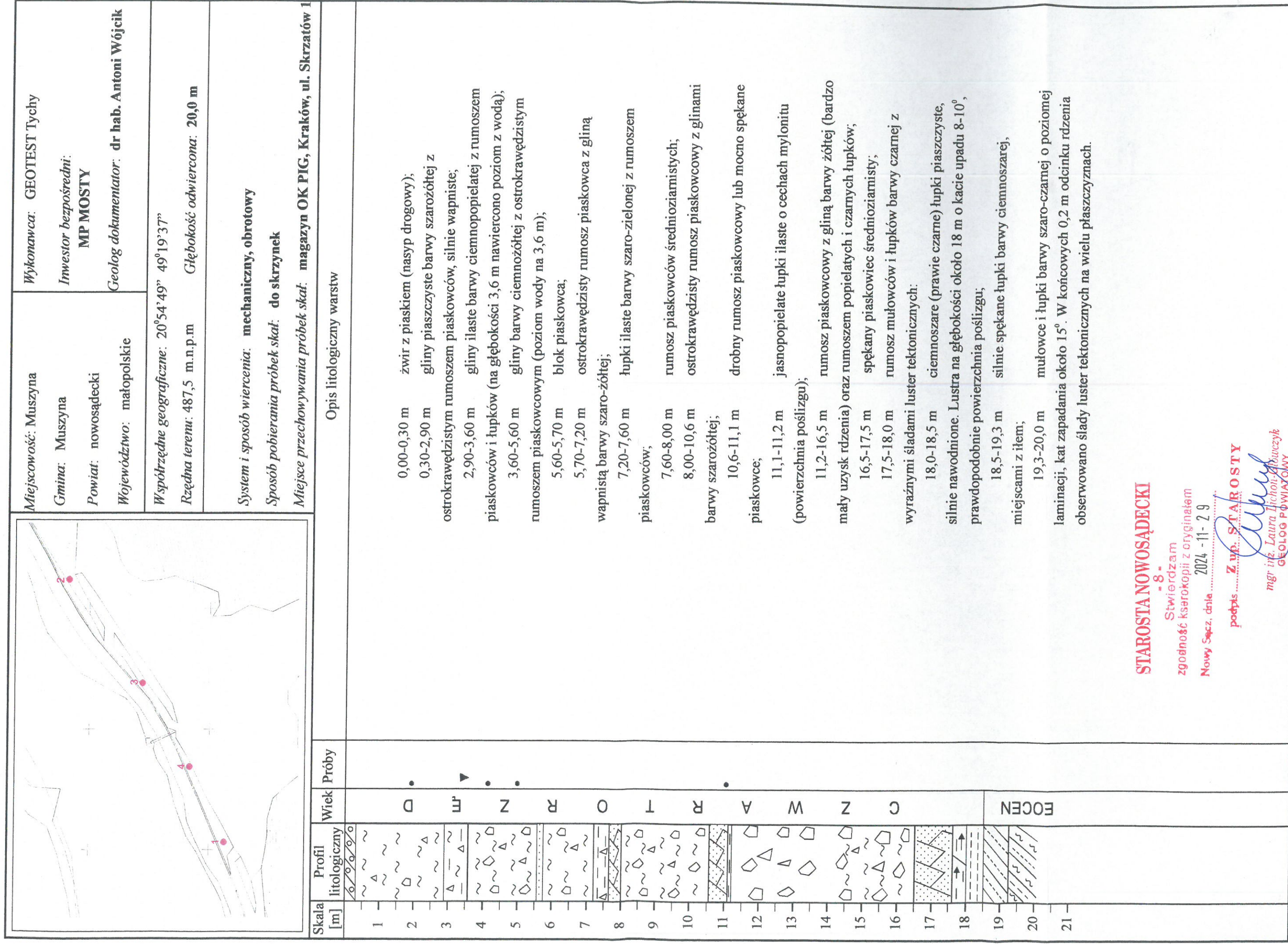
		Miejscowość: Muszyna Gmina: Muszyna Powiat: nowosądecki Województwo: małopolskie		Wykonawca: GEOTEST Tychy Inwestor bezpośredni: <b>MP MOSTY</b> Geolog dokumentator: dr hab. Antoni Wójcik	
Współrzędne geograficzne: 20°54'48" 49°19'37"		Rzędna terenu: 485 m.n.p.m		Głębokość odwiercona: 5,0 m	
System i sposób wiercenia: mechaniczny, obrotowy Sposób pobierania próbek skał: do skrzynek Miejsce przechowywania próbek skał: magazyn OK PIG, Kraków, ul. Skrzatów 1					
Opis litologiczny warstw					
Skala [m]	Profil litologiczny	Wiek	Próby	0,00-3,70 m gliny piaszczyste z ostrokrawędzistym rumoszem zwietrzałych piaszków (na głębokości 3,5 m silny dopływ wody) 3,70- 4,40 m silnie zagliniony rumosz piaszkowców 4,40- 5,00 m rumosz piaszkowcowy zagliniony	
1		CZWARTORZĘD	• PLO2		
2			• PL1/1		
3					
4					
5					
<p><b>STAROSTA NOWOSĄDECKI</b>                  Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem                  Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29</p> <p>podpis ..... <b>Z. STAROSTY</b>                  mgr inż. Laura Starosta-Glinarczyk                  GEOLÓG POWIATOWY</p>					



# ZBIORCZE ZESTAWIENIE WYNIKÓW WIERCENIA

## (Karta otworu wiertniczego) Leluchów-3

Fig. 43



**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem  
 Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis: **Z. W. STAROSTY**

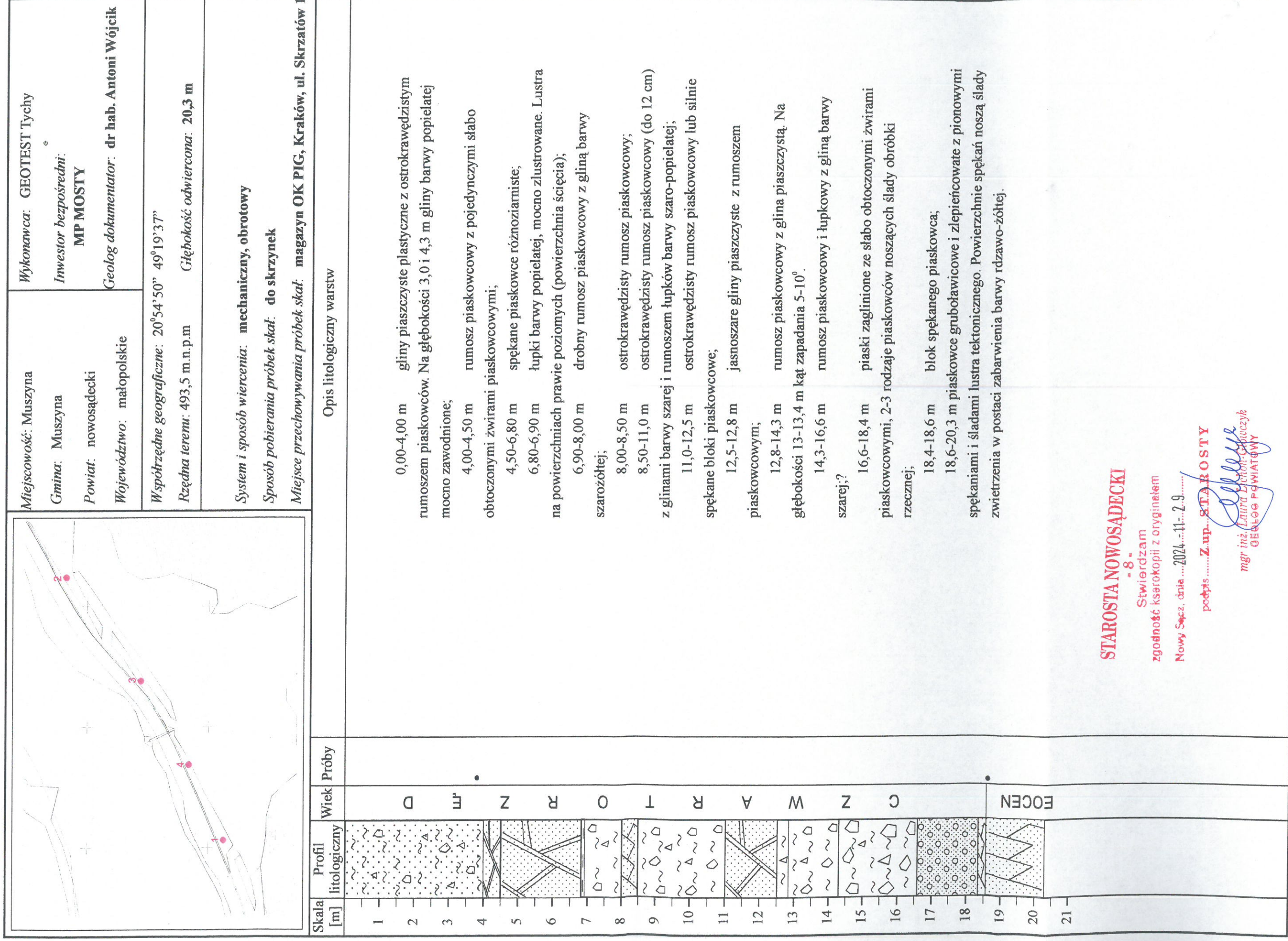
mgr inż. Laura Tichol-Żbiciużyk  
 GEOLOG POWIATOWY



# ZBIORCZE ZESTAWIENIE WYNIKÓW WIERCENIA

(Karta otworu wiertniczego) Leluchów-4

Fig. 44



**STAROSTA NOWOSADECKI**  
-8-

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ...2024...11...2.9.....

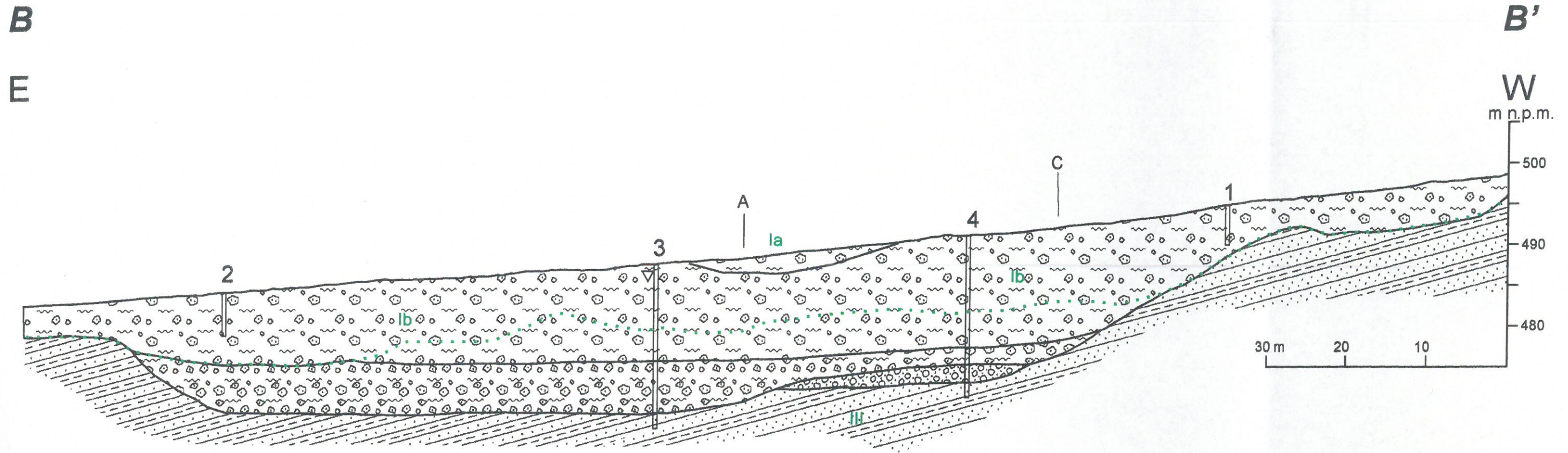
podpis .....Zup...STAROSTY


mgr inż. Laura Leluch-Gabliczyk  
GEOLOG POWIATOWY









Fig. 5

Przekrój B-B' przez osuwisko w Muszynie

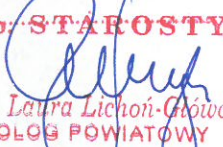


-  gliny z rumoszem
-  rumosze, gliny i pakiety fliszu
-  bloki i pakiety fliszu
-  piaskowce z Piwnicznej
-  łupki w obrębie piaskowców z Piwnicznej

-  żwiry i piaski rzeczne
-  poziom wód gruntowych
-  obszar wiertniczy
-  wyniki prac sejsmicznych (przy prędkości 400-700 m/s)
-  powierzchnie poślizgu
-  nasypy drogowe

STAROSTA NOWOSĄDECKI  
- 8 -

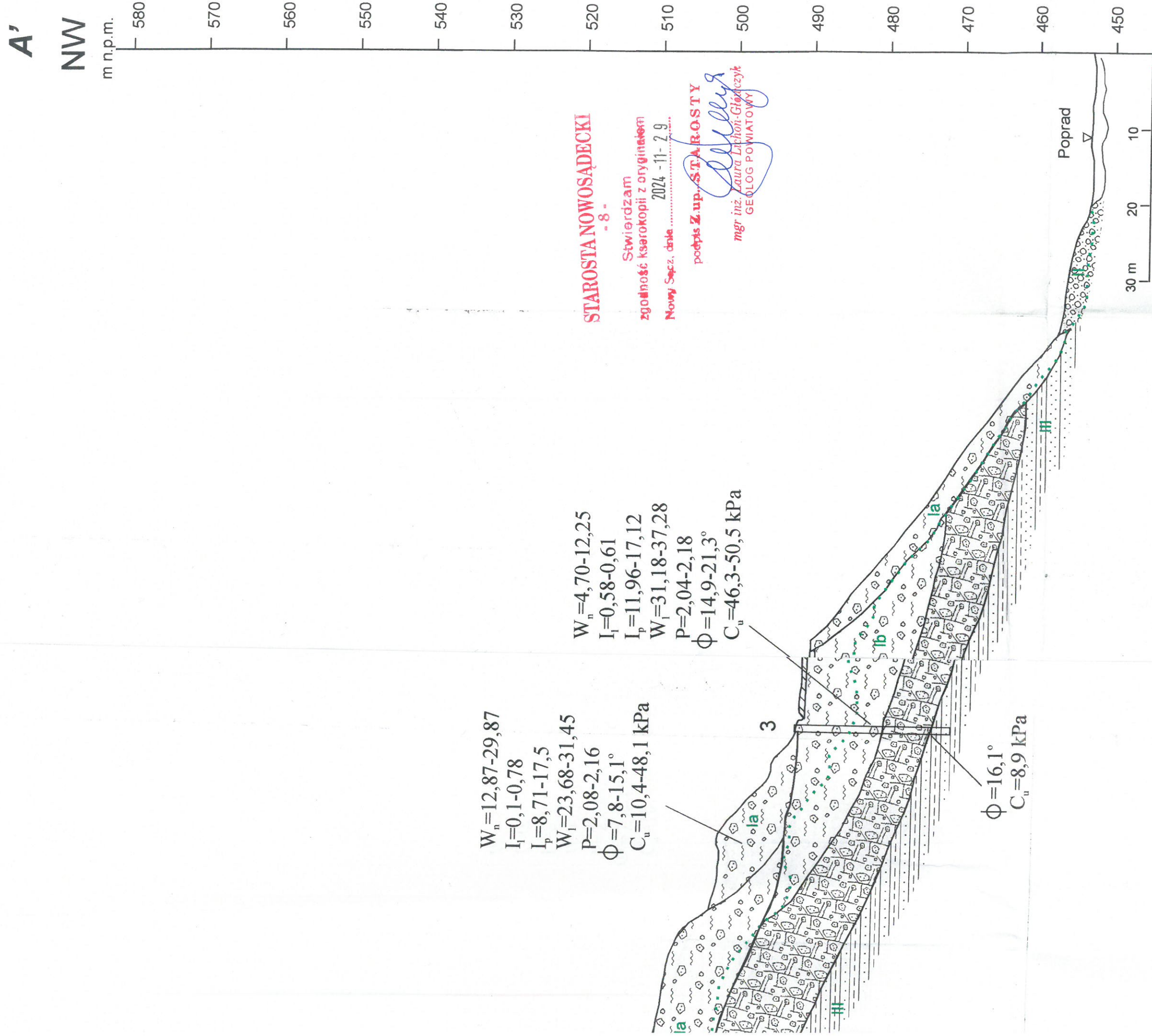
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

mgr inż.   
GEOLOG POWIATOWY



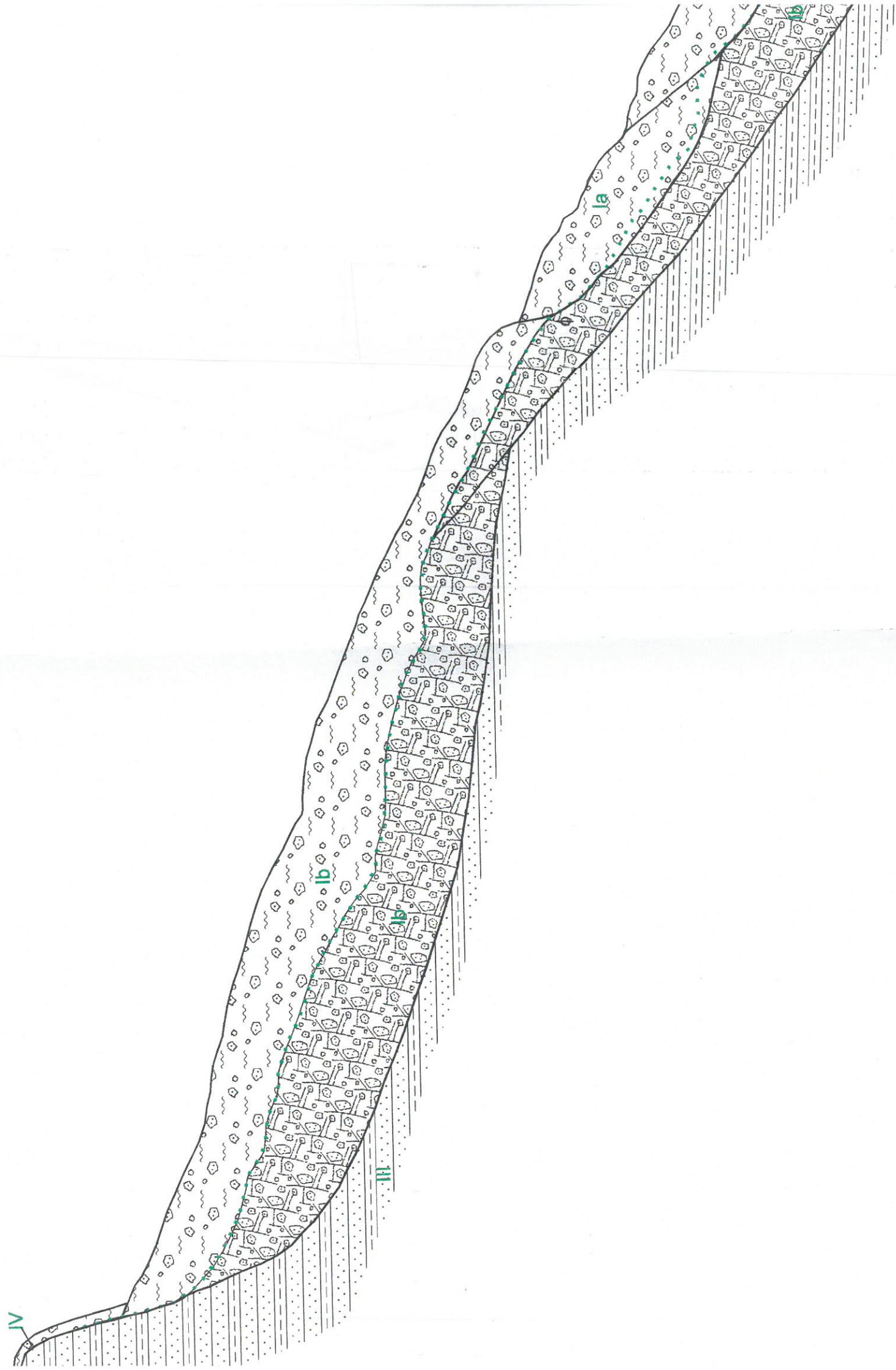
w Muszynie

Fig. 6





Przekrój A-A' przez osuwisł

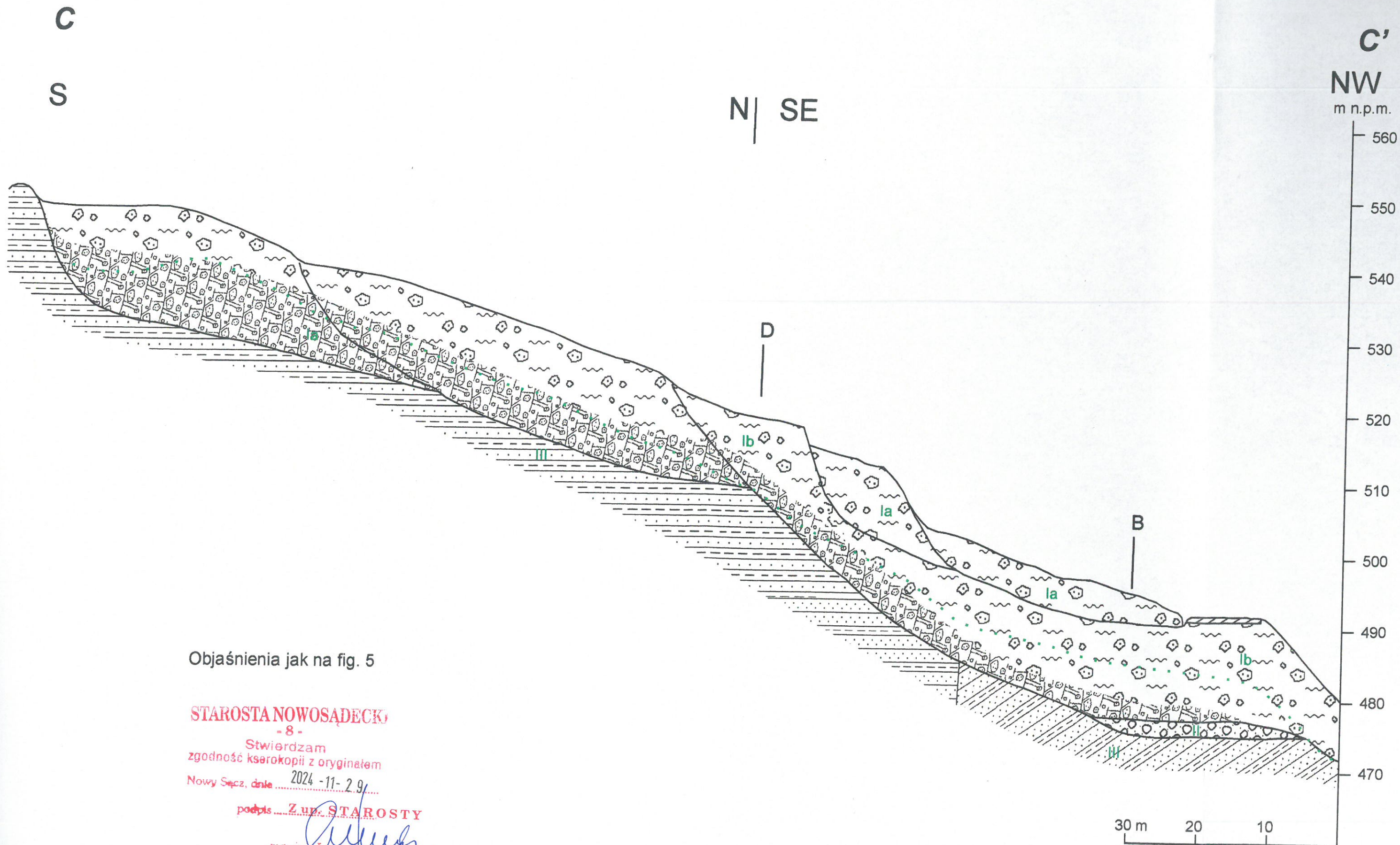


Objaśnienia jak na fig. 5



Przekrój C-C' przez osuwisko w Muszynie

Fig. 7



Objaśnienia jak na fig. 5

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis: Z. up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

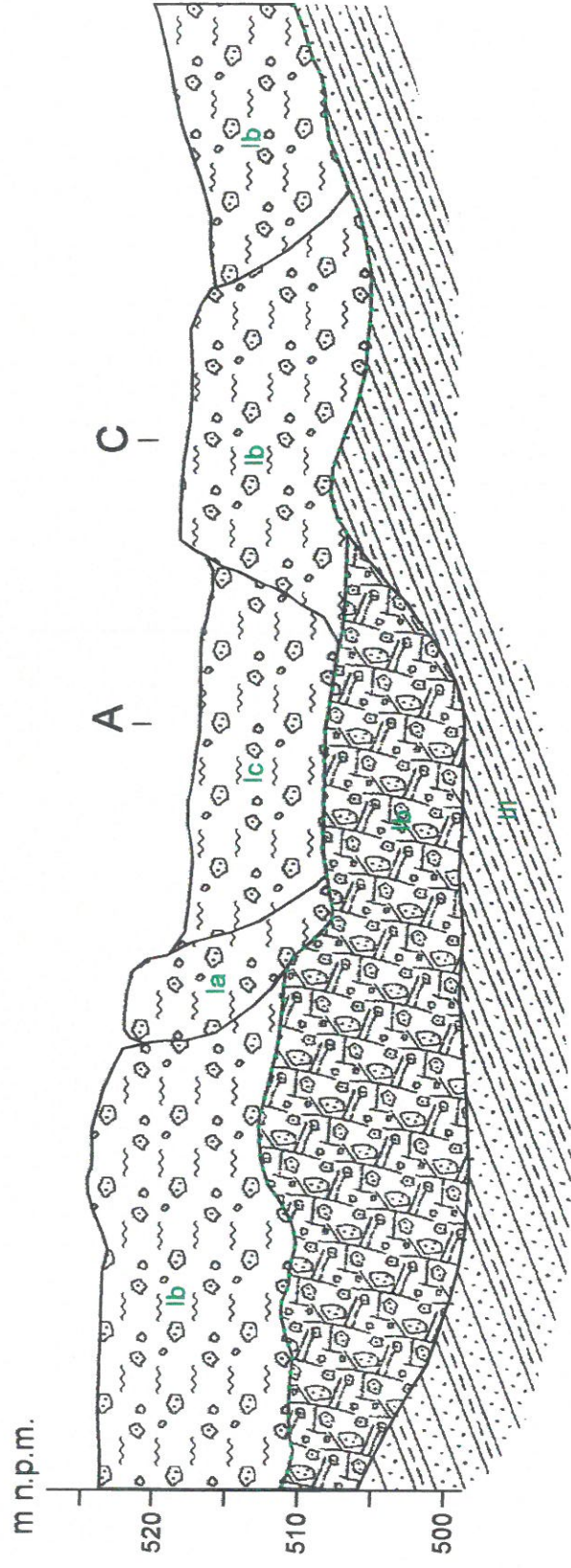
30 m 20 10



Fig. 8

Przekrój D-D' przez osuwisko w Muszynie

D  
D'  
E  
W



STAROSTA NOWOSADECKI  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

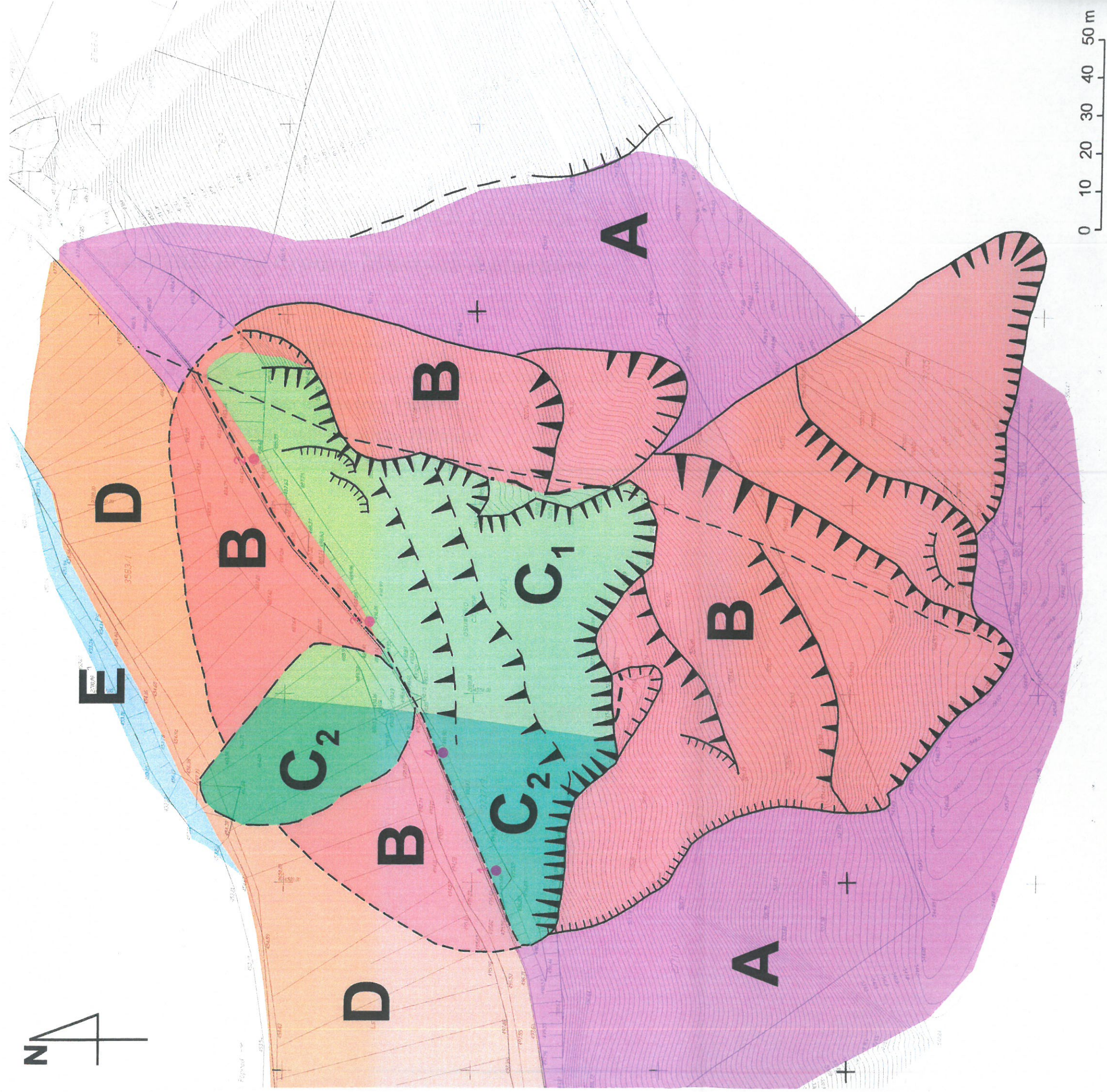
podpis ..... Z. upr. STAROSTY

mgr inż. Dariusz Lichon-Górczyk  
GEOLOG POWIATOWY

Objaśnienia jak na fig. 5



Osuwisko w Muszynie na drodze Muszyna-Leluchów  
Rejony geologiczno-inżynierskie



Rejony geologiczno-inżynierskie

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D	E
---	---	----------------	----------------	---	---

obszar stoków skalnych z pokrywą deluwialno-zwietzelinową

obszar stoków osuwiskowych

obszar stoków z aktywnymi osuwiskami na wychodniach piaskowców

obszar stoków z aktywnymi osuwiskami na wychodniach łupkowo-piaskowcowych

obszar stoku krawędzistego o nachyleniu 25°

obszar teras zalewowych

**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis **Z. W. P. S. STAROSTY**

*Z. W. P. S. Starosta*  
mgr inż. **Laura Lixhmi-Głódczyk**  
GEOLOG POWIATOWY



# Wyniki badań geofizycznych osuwiska w Muszynie przy drodze Muszyna-Leluchów

Wykonawcy:

Prof. dr hab. inż. Ryszard Ślusarczyk, dr inż. Jerzy Dec, mgr inż. Jerzy Ziętek

mgr inż. Andrzej Bugajski

Akademia Górniczo-Hutnicza

(20 załączników graficznych 11.1 – 11.18)

**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia .....2024-11-29.....

podpis **Z up. STAROSTY**

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



**Interpretacja wyników badań i opracowanie modelu osuwiska „Leluchów”<sup>podpis</sup> Z up. STAROSTY  
na podstawie badań sejsmicznych, georadarowych i geoelektrycznych**mgr inż. *Laura Lichoń-Głowczyk*  
GEOLOG POWIATOWY

Na osuwisku w rejonie Leluchowa wykonano badania sejsmiczne, georadarowe i geoelektryczne. Celem badań było zbadanie struktury rozległego osuwiska i określenie płaszczyzny odkucia, a zwłaszcza wyznaczenie głębokości tej płaszczyzny jako powierzchni poślizgu w aspekcie oceny zagrożenia drogi biegnącej do rozbudowywanego przejścia granicznego w Leluchowie.

Profile usytuowano (rys.1) w rejonie widocznego w terenie przemieszczenia utworów przypowierzchniowych z uwzględnieniem możliwości przeprowadzenia pomiarów. Ze względu na strome zbocze, porośnięte wysokimi drzewami, miejscami powalonymi, warunki pomiarowe należy uznać za bardzo trudne. Warunki te spowodowały, że realizacja pomiarów była żmudna i niebezpieczna, a jakość uzyskanych rejestracji sejsmicznych i radarowych nie jest w pełni zadowalająca.

W dalszej części sprawozdania zostaną omówione wyniki w zakresie wspomnianych metod geofizycznych.

**Badania sejsmiczne**

Badania sejsmiczne zostały zlokalizowane wzdłuż czterech profili w obrębie osuwiska. Sytuacja profili jest przedstawiona na rys.1. Profile sejsmiczne zostały oznaczone kolorem czerwonym.

Profile I i II mają kierunek zgodny z osią osuwiska, a profile II i IV biegną poprzecznie do osi osuwiska. Badania wykonano metodą sondowań refrakcyjnych wzdłuż wymienionych profili.

Profil I, na którym wykonano trzy sondowania, miał długość 286m, a profil II z dwoma sondowaniami posiadał długość 190m. Podobnie profil III z dwoma sondowaniami miał długość 190m. Natomiast na profilu IV o długości 94m wykonano jedno sondowanie.

Orientacyjną relację pomiędzy krzyżówkami i odległości poszczególnych profili pokazuje rysunek 2.

Odległość między kanałami wynosiła 2m. Wzbudzenie udarowe fali przeprowadzano w 5ciu punktach dla każdego rozstawu. Interpretację wykonano metod hodografów zbieżnych przy założeniu błędu wiązania nie przekraczającego 3ms.

Na przekrojach sejsmicznych wydzielono strefę naruszoną i określono głębokość związłego podłoża. Prędkości w strefie nadkładu zawierały się w przedziale 400-700 m/s a w podłożu od 2000 do 3000 m/s. Prędkości graniczne dla warstw wiązanych z podłożem wskazują, że powierzchnię stropu tych warstw można korelować z płaszczyzną poślizgu osuwiska.

**Wyniki badań****Profil I**

Wzdłuż tego profilu wydzielić można dwie warstwy (rys.3). Pierwsza z nich o prędkościach fali P 400-700m/s to wilgotne koluwia z rumoszem skalnym. Druga warstwa to związły masów fliszowy o prędkościach fali P 2200-2500m/s. Granica sejsmiczna pomiędzy tymi warstwami wyznacza powierzchnię poślizgu wzdłuż tego profilu. W podłożu fliszowym



widoczne są dwie formy morfologiczne w postaci niecki oddzielone od siebie pionową granicą zmiany prędkości fali P we fliszu.

#### Profil II

Podobny obraz ośrodka (rys.4) uzyskujemy wzdłuż profilu II biegnącego wzdłuż drogi Muszyna-Leluchów i usytuowanego poprzecznie do profilu I. W podłożu wydzielić można trzy strefy różniące się prędkością. Pierwsza strefa to niecka o prędkościach fali P we fliszu pomiędzy 2200 a 2500m/s. Druga strefa będąca również niecką cechuje się prędkościami o wartości około 3000m/s (piaskowce gruboławicowe?). Trzecia strefa stanowi wyniesiony brzeg niecki o prędkościach około 2500m/s. Pionowe granice zmian prędkości można z pewną rezerwą korelować z ewentualnymi strefami uskoków.

#### Profil III

Dwuwarstwowy przekrój wzdłuż tego profilu (rys.5) jest bardzo podobny do widocznego na profilu I. Górna niecka jest obcięta, gdyż profil ten zaczynał się nieco niżej niż profil I. W centralnej niecce prędkość jest stała i wynosi około 2400m/s. Poniżej drogi (końcówka przekroju) mała prędkość 1640m/s może być związana z błędem pomiarowym (trudne warunki terenowe).

#### Profil IV

Widoczny tu, również dwuwarstwowy przekrój (rys.6) pokazuje w masywie fliszowym podłoża dwie strefy o odmiennych własnościach oddzielone granicą pionową zmiany prędkości z 1600 na 2300m/s (uskok?).

#### Uwagi końcowe

Badania sejsmiczne wskazują wyraźnie na dwuwarstwowy model ośrodka. Warstwę pierwszą o prędkościach sejsmicznej fali P w przedziale 400-700m/s stanowią koluwia.

Warstwę drugą stanowi masyw fliszowy w obrębie którego prędkości fali P osiągają wartości powyżej 2000m/s. Granica sejsmiczna pomiędzy tymi warstwami wyznacza powierzchnię poślizgu.

Z wartości prędkości wynika, że koluwia są wilgotne z grubym rumoszem skalnym, a w ich obrębie nie zaznacza się poziom wody jako granica sejsmiczna.

Biorąc pod uwagę planowane otwory wiertnicze należy przyjąć, że przypuszczalna głębokość granicy związanej z płaszczyzną poślizgu odpowiada głębokości granicy sejsmicznej o prędkości granicznej ponad 2000m/s (rys.3,4,5,6).

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

#### Badania georadarowe

#### Podstawy metody georadarowej

Metoda georadarowa należy do grupy metod radiofalowych. Aparatura pomiarowa składa się m.in. z dwu anten: nadawczej i odbiorczej. Antena nadawcza emituje w głąb górotworu falę elektromagnetyczną, która rozchodząc się ulega odbiciu, załamaniu i tłumieniu. Najważniejszym zjawiskiem, z punktu widzenia metody georadarowej, jest odbicie fali na granicy dwóch ośrodków. Fala odbita rejestrowana jest przez antenę odbiorczą.

Otrzymany obraz falowy jest odzwierciedleniem budowy geologicznej ośrodka. Z uwagi na duże tłumienie fali elektromagnetycznej, jak również niewielką moc anteny



nadawczej, zasięg metody georadarowej nie przekracza na ogół kilkunastu metrów. Głębokość penetracji zależy od warunków geologicznych i wilgotności badanego ośrodka oraz od częstotliwości emitowanej fali e.m.

Metoda georadarowa ma szereg zalet. Pomiary georadarowe nie powodują żadnego zniszczenia terenu. Dzięki temu można wykonywać pomiary georadarowe na terenach chronionych (rezerwatach, parkach narodowych), wewnątrz budynków (w kościołach - lokalizacja krypt, itp.), badać drogi, pasy startowe lotnisk, itp. Metoda ta pozwala na natychmiastową, wstępną ocenę wyników, już w trakcie pomiarów terenowych. Jakość zarejestrowanych rezultatów, znacznie bardziej niż w innych metodach geofizycznych, zależy od poprawnego doboru parametrów pomiarowych. Dotyczy to przede wszystkim prawidłowego doboru częstotliwości anten, wzmocnienia sygnału, parametrów filtrów i in. Bardzo często warunki terenowe (nierówności gruntu, niecki, zagłębienia, poszycie leśne, krzaki, drzewa i in.) praktycznie uniemożliwiają wykonanie pomiarów. Współczynnik odbicia na granicy dwóch ośrodków jest tym większy, im większy jest kontrast stałych dielektrycznych tych ośrodków. Ponadto wartość stałej dielektrycznej ma zasadniczy wpływ na prędkość propagacji fali e.m. w ośrodku geologicznym

Dla skał osadowych: piasków, piaskowców, iłów, wapieni i dolomitów wartość  $\epsilon$  zależy przede wszystkim od ich porowatości i wilgotności, a w mniejszym stopniu od ich składu mineralnego. Minimalne wartości stałej dielektrycznej obserwuje się w skałach osadowych o wysokim współczynniku porowatości, lecz nie nasyconych wodą, maksymalne w tych samych skałach nasyconych wodą w 100%.

#### **Aparatura pomiarowa**

Pomiary wykonano georadarem RAMAC/GPR produkcji szwedzkiej firmy MALA GEOSCIENCE. Radar ten może współpracować z dziewięcioma kompletami anten o częstotliwościach: 10, 25, 50, 100, 200, 400, 500, 800 i 1000 MHz. Są to anteny bistatyczne, monostatyczne, ekranowane i nieekranowane. Anteny połączone są z jednostką centralną światłowodami. Aparatura zapisuje próbki w formacie 16 bitowym, amplituda pojedynczej próbki może się więc zmieniać od 0 do 65000.

Maksymalna liczba złożeń (sumowań) sygnału wynosi nawet 32768, co praktycznie całkowicie eliminuje niskoamplitudowy szum losowy i zwiększa niesłychanie stosunek S/N.

Georadar ten jest sterowany podłączonym komputerem IBM PC (notebookiem). Podstawowy pakiet oprogramowania umożliwia wybór podstawowych parametrów pomiarowych (długość okna czasowego, wzmocnienie sygnału), zawiera on ponadto podstawowe procedury interpretacyjne.

#### **Metodyka pomiarowa**

Istnieją trzy główne sposoby wykonywania pomiarów georadarowych:

- profilowanie,
- profilowanie prędkości,
- prześwietlanie i tomografia.

W pierwszym z nich obie anteny (nadawcza i odbiorcza) są przesuwane równocześnie wzdłuż profilu. W wariancie podstawowym obie anteny znajdują się w stałej, niewielkiej odległości od siebie. Bardzo ważny jest dobry kontakt anten z podłożem. W przypadku uniesienia, poderwania anten w górę momentalnie powstają wielokrotne impulsy (pomiędzy antenami i powierzchnią gruntu), które maskują refleksy rzeczywiste pochodzące od granic litologicznych.

Drugim, bardzo ważnym sposobem wykonywania pomiarów georadarowych jest profilowanie prędkościowe, zwane WARR (Wide Angle Reflection and Refraction) lub CMP

STAROSTA NOWOSĄDECKI

- 8 - Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29

podpis: STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



( Common Mid Point). Służy ono do obliczenia prędkości fali elektromagnetycznej w miejscu pomiaru. Znajomość prędkości fali e.m. jest niezbędna do obliczenia skali głębokościowej rejestrowanych echogramów. Warunki terenowe istniejące na osuwisku (znaczne nachylenie powierzchni pomiarowej i szata roślinna) uniemożliwiły wykonanie profilowania WARR zatem prędkość fali e,m, niezbędną do określenia skali głębokościowej przyjęto z danych literaturowych.

### **Wyniki pomiarów**

Lokalizację wykonanych profili pomiarowych przedstawiono na rys.1. Profile 2,3,4 wykonano antenami nieekranowanymi o częstotliwości 50 MHz a profile 5 i 6 anteną ekranowaną o częstotliwości 250 MHz. Wszystkie pomiary wykonano stosując wyzwalacze odległościowe : nitkowy dla anten 50 MHz i kółko pomiarowe dla anteny 250 MHz. Należy podkreślić, że bardzo trudne warunki terenowe miały niewątpliwie znaczny, negatywny wpływ zarówno na jakość uzyskanych echogramów jak i dokładność dowiązania geodezyjnego.

Dokładna analiza całego uzyskanego materiału pomiarowego prowadzi do stwierdzenia, że na żadnym profilu nie osiągnięto głównej płaszczyzny odkucia osuwiska lub też kontrast prędkości fali e.m. na tej płaszczyźnie jest zbyt mały aby zaznaczyć się w zapisie georadaru. Możliwe jest natomiast wyznaczenie szeregu lokalnych, wtórnych płaszczyzn osunięć.

Wprowadzony do echogramów profili 2 i 3 kształt powierzchni topograficznej posiada znacznie mniejsze nachylenie niż w rzeczywistości. Spowodowane jest to ograniczeniami programu przetwarzającego dane georadarowe. Nachylenie terenu widoczne na echogramie profilach 4 i 6 jest zbliżone do rzeczywistego.

#### Profil nr2

Rzeczywisty zasięg głębokościowy georadaru nie przekracza ok. 18m. Pomiedzy 48 a 65 mb profilu widoczne jest silne zakłócenie spowodowane obecnością rozłożonego w niedużej odległości kabla sejsmicznego. W całym echogramie nie da się wyznaczyć wyraźnie widocznych płaszczyzn osunięć. Widoczna jest jedynie słabo korelująca się granica przebijająca się do powierzchni około 60 mb profilu.

#### Profil nr 3

Profil ten jest równoległy do profilu 2, przeciwny jest natomiast kierunek przesuwania anten. Profil został skrócony o ok. 30 m przy czym koniec profilu 2 i początek 3 pokrywają się. Słabo widoczna na profilu 2 płaszczyzna osunięcia zaznacza się również na profilu 3.

#### Profil nr 4

Chęć odwzorowania rzeczywistego nachylenia terenu spowodowała rozdzielenia echogramu na dwie części. W części drugiej wyraźnie widoczna jest płytka płaszczyzna odkucia (na głębokości 4 – 7 m). Natomiast wyznaczenie głębszych płaszczyzn ześlizgu jest zdecydowanie zbyt mało wiarygodne. W części pierwszej echogramu można wyznaczyć długą płaszczyznę (około 55 m), która może być jedną z płaszczyzn ześlizgu.

#### Profil nr 5

W odróżnieniu od poprzednich rejestracji zastosowano ekranowaną antenę 250 MHz. Profil wytyczony został równoległy do drogi, około 1.5 m powyżej poziomu jezdni. Z uwagi na wybudowaną drogę hipotetyczna płaszczyzna odkucia powinna mieć najmniejszą głębokość zalegania w miejscu lokalizacji profilu. Zasięg głębokościowy na całym profilu nie przekracza 3 – 3,5 m, jedynie w końcowej części widoczne są refleksy z głębokości 5.5 – 7 m.

**STAROSTA NOWOSADECKI**

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

2024 - 11 - 29

Nowy Sącz, dnia .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. *Laura Lichon-Głowczyk*  
GEOLOG POWIATOWY



Na głębokości około 2 m wyróżnia się poziomy refleks widoczny od 17 mb i kontynuujący się do końca profilu. Refleks ten może być odwzorowaniem przebiegającej poniżej płaszczyzny ześlizgu.

#### Profil nr 6

Profil ten wykonano również ekranowaną anteną 250 MHz. Naniesiony kształt powierzchni topograficznej jest zbliżony do rzeczywistego nachylenia terenu. Na echogramie można wyróżnić stosunkowo dobrze korelujące się płaszczyzny. Zasięg głębokościowy miejscami dochodzi do 8 metrów.

#### Badania geoelektryczne

##### *Opis warunków podłoża*

Podłoże stanowią piaskowce luźne, zwarte i łupki ilaste. Tworzą one stok o nachyleniu ok. 40° opadający w kierunku rzeki Poprad. Strop piaskowców zwartych może występować do głębokości ok. 25m. W miejscu przecięcia stoku drogą asfaltową łączącą miejscowości Muszyna i Leluchów stwierdzono wycieki wody. Z uwagi na rejon prowadzonych badań wody te mogą mieć dużą mineralizację.

Piaskowce luźne mogą posiadać opór właściwy w przedziale  $5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$ , piaskowce zwarte  $2 \times 10^2 - 10^4$ , a łupki ilaste  $3 \times 10^2 - 10^4 \Omega m$  [1]. Przedziały oporu właściwego dla tych minerałów są podobne. Wynika z tego, że decydujący wpływ na zróżnicowanie przewodnictwa elektrycznego w badanym ośrodku może mieć woda gruntowa.

##### *Zastosowane metody badawcze*

W przeprowadzonych badaniach zastosowano metodę profilowania elektrooporowego i [2]. Istotą tej metody jest wytworzenie sztucznie pola elektrycznego w środowisku gruntowym przez układ elektrod zasilających np. AB, oraz wyznaczenie różnicy potencjału pomiędzy elektrodami pomiarowymi MN. Następnie oblicza się opór właściwy warstw gruntu (oporności), znajdujących się w obrębie wytwarzanego pola. Interpretacja polega na wydzieleniu takich podpowierzchniowych stref w ośrodku, które różnią się wartością oporności.

Oporność warstw podpowierzchniowych jest proporcjonalna do wartości różnicy potencjałów i określona jest wzorem:

$$\rho_k = k \cdot \frac{\Delta U}{I}$$

gdzie:

- $\rho_k$  - opór właściwy [ $\Omega m$ ],
- $\Delta U$  - zmierzona różnica potencjałów na elektrodach MN [V],
- $I$  - wartość prądu zasilającego elektrody prądowe AB [A],
- $k$  - stała zależna od odległości między elektrodami.

W przypadku podłoża jednorodnego otrzymana wartość oporu właściwego jest zawsze równa rzeczywistemu oporowi właściwemu skał budujących podłoże. Zazwyczaj badane jest podłoże niejednorodne, zbudowane ze skał różniących się oporem właściwym i sposobem ułożenia w przestrzeni. Linie przepływu prądu w takim ośrodku ulegają załamaniu tworząc skąplikowany układ przestrzenny. Konsekwencją tego faktu jest pomiar i obliczenie zdolności przewodzenia prądu elektrycznego dla całego kompleksu skalnego, a wyliczony wg. podanego opór nazywany jest oporem pozornym.

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Główny  
GEOLOG POWIATOWY



Profilowanie elektrooporowe polega na wykonaniu w różnych punktach leżących wzdłuż linii profilu pomiarowego pomiarów oporu pozornego przy jednakowej odległości między elektrodami zasilającymi. Rejestrowane są w ten sposób zmiany oporu pozornego mierzonego przy jednakowej głębokości wnikania linii prądowych pola elektrycznego. Rozstaw układu elektrodowego w metodzie elektrooporowej oblicza się tak, aby zapewnić żadaną głębokość penetracji pola elektrycznego.

### Opis wykonanych badań

Badania wykonano aparaturą zmiennoprądową ZMG wzdłuż profili I – I, II –II i III – III (porównaj zał.1). Wybór miejsca położenia profili dokonano na podstawie analizy morfologii powierzchni terenu. Profile I i III usytuowano równolegle do siebie wzdłuż stoku obok osuwiska, a profil II wzdłuż drogi prostopadle do stoku i osuwiska.

W profilowaniu elektrooporowym zastosowano symetryczny układ pomiarowy Wennera gdzie kolejne pomiary oporu pozornego wykonuje się przy zachowaniu stałego stosunku odległości między elektrodami AM, MN i NB równemu 1/3 odległości elektrod pomiarowych AB.

Wykonano profilowanie trójpoziomowe dla rozstawów: AB=80m i MN=13,33 m; AB=40 m i MN=6,66 m; AB=20 m i MN=3,33 m. Układ ten powinien odzwierciedlać opór pozorny podłoża do głębokości odpowiednio 20 m; 10 m i 5 m. Pomiary wykonano z krokiem pomiarowym 10 m. Wyniki pomiarów i obliczeń „przeprowadzonych dla k równych odpowiednio 80m –k=167,44, 40m – k=83,7, 20m k- 41,92, zestawiono w tabeli nr 1, 2 i 3. Na ich podstawie sporządzono wykresy profilowania elektrooporowego przedstawione na załącznikach nr 2,3 i 4.

### Analiza wyników badań

Na podstawie trójpoziomowego profilowania elektrooporowego wykonanego wzdłuż trzech profili stwierdzono, że opory pozorne podłoża dla przyjętych zasięgów głębokościowych są podobne. Mieszczą się one w przedziałach od 70 do 240  $\Omega$ m W danym punkcie pomiarowym profilu dla wszystkich trzech rozstawów AB różnice oporu są niewielkie. Nie przekraczają one w skrajnych przypadkach 60 $\Omega$ m dla poszczególnych rozstawów. Różnice te są znacznie mniejsze na profilach I i III wykonanych wzdłuż stoku, a trochę większe na profilu II poprzecznym do osuwiska. Potwierdza to podane na wstępie teoretyczne przedziały oporów właściwych dla piaskowców i łupków ilastych [1]. Wynika z tego, że na wartości mierzonych oporów pozornych decydujący wpływ mają wody gruntowe i zawilgocenie podłoża.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów nie można wyróżnić miejsc mogących być interpretowanych jako pochodzących od wychodni piaskowca lub jego dużych odłamków.

Potwierdzeniem znaczącego wpływu wód gruntowych na pomiary mają wyniki otrzymane na profilu II. Pomiędzy 60 i 120m występuje zniżenie oporu na wszystkich trzech rozstawach (150-70  $\Omega$ m) z minimum na 110m. Strefę tę zaznaczono jako anomálną na załączniku 1. Na podstawie obserwacji terenowych stwierdzono, że występują w niej wycieki wody. Pozwala to na powiązanie ze sobą wycieków wody ze strefą anomalii. Należy zauważyć, że strefa ta jest nieznacznie przesunięta w stosunku do centrum osuwiska.

Przez analogię wyznaczono strefę na profilu I. Wyznaczona anomalia pomiędzy 30 i 70 m o opornościach 120-160 $\Omega$ m rejestrowana jest na wszystkich trzech rozstawach. Bardzo małe różnice oporów pozornych w tej strefie pomiędzy poszczególnymi rozstawami AB (do 10  $\Omega$ m) może również sugerować małą głębokość położenie piaskowców zwartych (wychodnia ?)

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



### **Uwagi końcowe**

- Skąły podłoża – piaskowce zwarte, luźne i łupki ilaste charakteryzują się małym zróżnicowaniem oporów właściwych co utrudnia i wydzielenie metodami geoelektrycznymi.
- Profilowanie elektrooporowe nie wykazało występowania anomalii mogących być związanymi z występowaniem dużych brył piaskowca.
- Wyznaczone strefy anomalii o zaniżonym oporze podłoża są prawdopodobnie związane z migracją wód zmineralizowanych wód gruntowych.
- Celowym wydaje się połączenie badań georadarowych z sondowaniami PSE wykonywanym i w miejscach anomalii georadarowych.

### **Podsumowanie wyników badań geofizycznych**

Korelacja wyników badań sejsmicznych, geoelektrycznych i georadarowych wskazuje, że ośrodek w obrębie osuwiska jest silnie zaburzony, zawodniony i zmineralizowany.

Badania geoelektryczne i georadarowe ze względu na znaczną głębokość osuwiska nie umożliwiły wyznaczenia głębokości podłoża a jedynie pozwalają na stwierdzenie znacznego zniszczenia strefy osuniętej.

Badania elektryczne nie wykazały obecności bloków skalnych a wyniki tych badań są miarodajne w bezpośrednim sąsiedztwie osuwiska.

Badania radarowe wskazują na obecność płaszczyzn, które występują w strefie naruszonej osuwiska. Ponadto na echogramach widoczne są dyfrakcje, które prawdopodobnie można wiązać z jakimiś krawędziami nie stwierdzonymi w innych badaniach.

Badania sejsmiczne wskazują wyraźnie na dwuwarstwowy model ośrodka. Warstwę pierwszą o prędkościach sejsmicznej fali P w przedziale 400-700m/s stanowią koluwia.

Warstwę drugą stanowi masyw fliszowy w obrębie którego prędkości fali P osiągają wartości powyżej 2000m/s. Granica sejsmiczna pomiędzy tymi warstwami wyznacza powierzchnię poślizgu.

Z wartości prędkości wynika, że koluwia są wilgotne z grubym rumoszem skalnym, a w ich obrębie nie zaznacza się poziom wody jako granica sejsmiczna.

Biorąc pod uwagę planowane otwory wiertnicze należy przyjąć, że przypuszczalna głębokość granicy związanej z płaszczyzną poślizgu odpowiada głębokości granicy sejsmicznej o prędkości granicznej ponad 2000m/s (rys.3,4,5,6).

### **LITERATURA:**

[1] Dachnow W.N., Interpretacja rezultatów geofizycznych iśledowanij razriezow. Gostoptiechizdat, Moskwa, 1962.

[2] Fajkiewicz Z., Praca Zbiorowa, Zarys geofizyki stosowanej, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1972

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia .....2024...11...2...9

Z up. STAROSTY

podpis .....

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Tabela nr 1 Wyniki pomiarów profilowania elektrooporowego  
Profil I - I

Numer punktu	Rozstaw AB = 80 m; MN = 13,33 m;			Rozstaw AB = 40 m; MN = 6,66 m;			Rozstaw AB = 20 m; MN = 3,33 m;		
	k = 167,44			k = 83,7			k = 41,92		
	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$
0,0	135,0	110,0	206,0	195,0	70,0	233,0	510,0	120,0	178,0
10,0	150,0	125,0	201,0	220,0	82,0	225,0	730,0	175,0	175,0
20,0	73,0	73,0	167,0	79,0	36,0	184,0	240,0	65,0	155,0
30,0	49,0	56,0	147,0	420,0	235,0	150,0	260,0	68,0	160,0
40,0	36,0	43,0	140,0	105,0	59,0	149,0	1200,0	360,0	140,0
50,0	52,0	56,0	155,0	250,0	130,0	161,0	245,0	66,0	157,0
60,0	110,0	135,0	136,0	78,0	48,0	136,0	295,0	99,0	125,0
70,0	135,0	160,0	141,0	165,0	100,0	138,0	145,0	48,0	127,0
80,0	97,0	88,0	185,0	125,0	59,0	177,0	235,0	58,0	170,0
90,0	115,0	130,0	148,0	155,0	69,0	188,0	230,0	54,0	179,0

Tabela nr 2 Wyniki pomiarów profilowania elektrooporowego  
Profil II - II

Numer punktu	Rozstaw AB = 80 m; MN = 13,33 m;			Rozstaw AB = 40 m; MN = 6,66 m;			Rozstaw AB = 20 m; MN = 3,33 m;		
	k = 167,44			k = 83,7			k = 41,92		
	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$
0,0	95,0	81,0	196,0	560,0	255,0	184,0	730,0	170,0	180,0
10,0	120,0	105,0	191,0	310,0	135,0	192,0	820,0	185,0	185,0
20,0	390,0	345,0	189,0	350,0	185,0	158,0	690,0	220,0	131,0
30,0	340,0	310,0	183,0	300,0	145,0	173,0	860,0	210,0	172,0
40,0	255,0	205,0	208,0	640,0	300,0	179,0	410,0	110,0	156,0
50,0	255,0	225,0	190,0	420,0	175,0	201,0	950,0	225,0	177,0
60,0	92,0	100,0	154,0	245,0	120,0	171,0	945,0	240,0	165,0
70,0	54,0	73,0	124,0	165,0	105,0	132,0	1050,0	285,0	154,0
80,0	61,0	82,0	125,0	480,0	260,0	155,0	900,0	255,0	148,0
90,0	168,0	205,0	137,0	84,0	64,0	110,0	510,0	170,0	126,0
100,0	160,0	235,0	114,0	89,0	60,0	124,0	160,0	57,0	118,0
110,0	145,0	230,0	106,0	175,0	170,0	86,0	112,0	68,0	69,0
120,0	160,0	225,0	119,0	255,0	190,0	112,0	137,0	57,0	101,0
130,0	59,0	71,0	139,0	295,0	200,0	124,0	260,0	88,0	124,0
140,0	76,0	87,0	146,0	205,0	135,0	128,0	800,0	230,0	146,0
150,0	50,0	74,0	113,0	54,0	41,0	110,0	645,0	175,0	155,0

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis

Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLÓG POWIATOWY



Tabela nr 3 Wyniki pomiarów profilowania elektrooporowego  
 Profil III - III

Numer punktu	Rozstaw AB = 80 m; MN = 13,33 m;			Rozstaw AB = 40 m; MN = 6,66 m;			Rozstaw AB = 20 m; MN = 3,33 m;		
	k = 167,44			k = 83,7			k = 41,92		
	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$	$\Delta U$	I	$\rho_k$
0,0	178,0	120,0	248,0	251,0	90,0	24,0	577,0	110,0	220,0
10,0	119,0	83,0	240,0	189,0	70,0	226,0	708,0	140,0	212,0
20,0	85,0	66,0	215,0	246,0	95,0	217,0	315,0	68,0	194,0
30,0	129,0	110,0	197,0	233,0	105,0	186,0	389,0	90,0	181,0
40,0	79,0	74,0	178,0	176,0	80,0	184,0	426,0	105,0	170,0
50,0	59,0	58,0	169,0	156,0	75,0	174,0	266,0	68,0	164,0
60,0	103,0	105,0	164,0	236,0	120,0	165,0	300,0	79,0	159,0

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

Z up. STAROSTY

podpis

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
 GEOLOG POWIATOWY





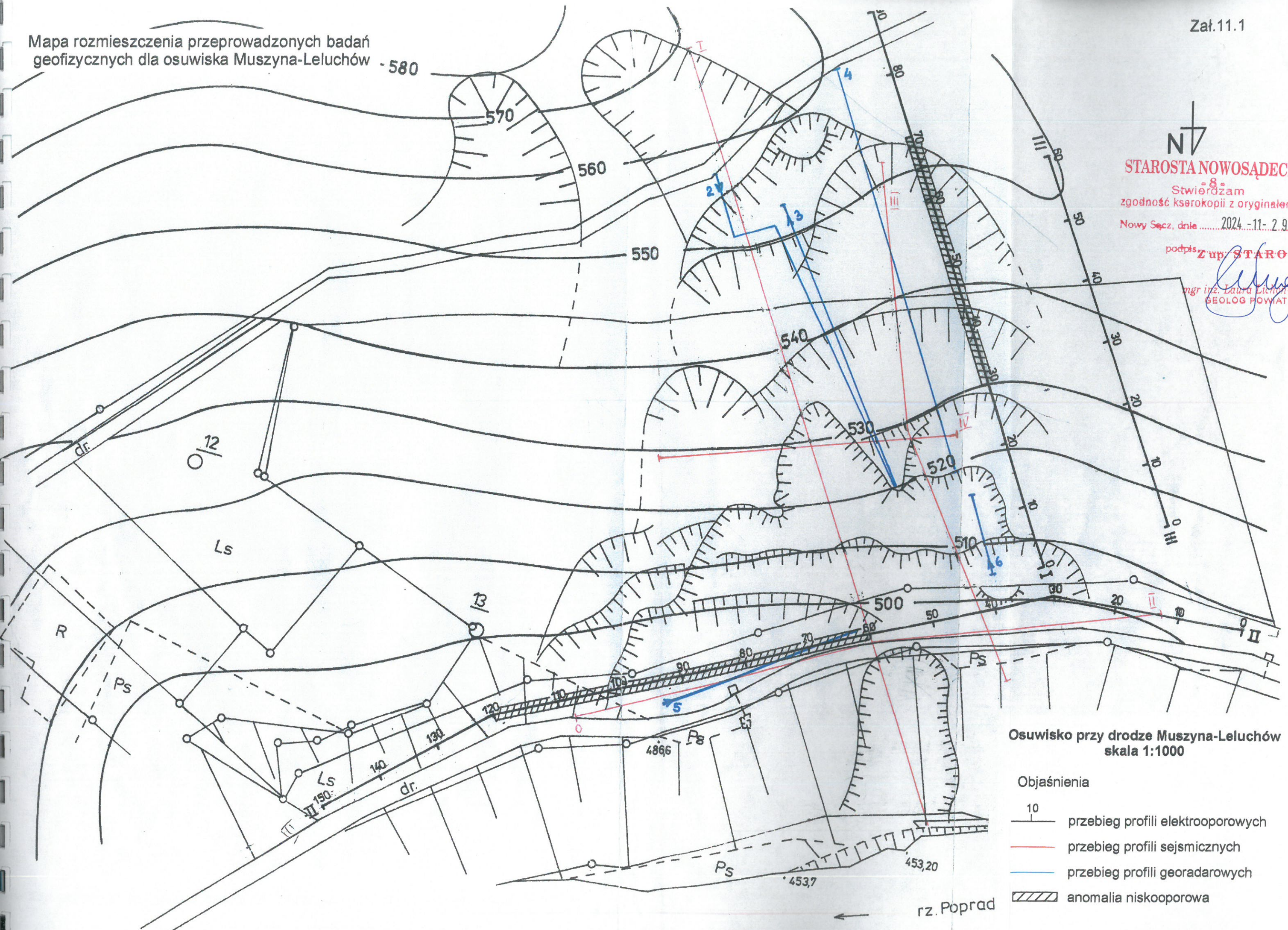
**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024.-11-29...

podpisz **Z up. STAROSTY**

*Laura Lichon-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Osuwisko przy drodze Muszyna-Leluchów  
skala 1:1000

- Objaśnienia
- 10 — przebieg profili elektrooporowych
  - przebieg profili sejsmicznych
  - przebieg profili georadarowych
  - ▨ anomalia niskooporowa





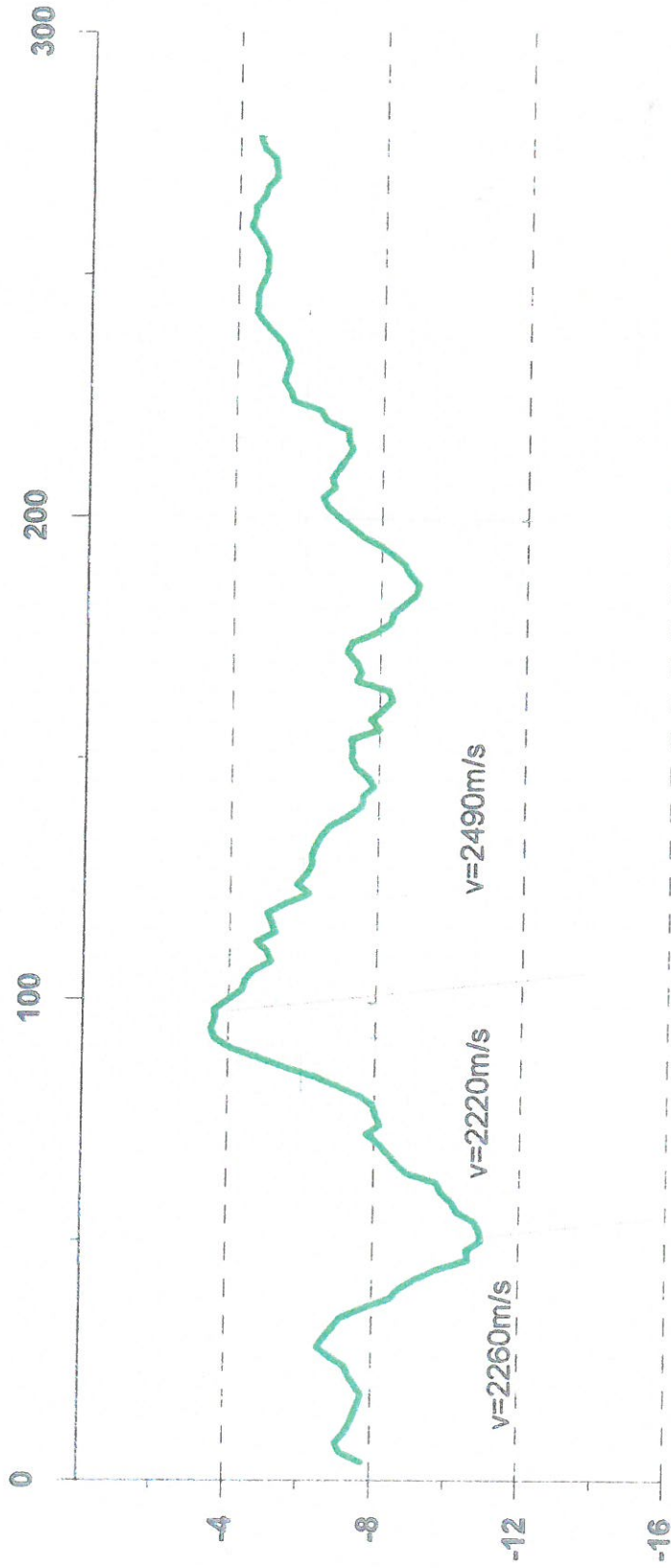
**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis Z up. STAROSTY  
*Laura Lichon-Gruczyk*  
mgr inż. Laura Lichon-Gruczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Leluchów-profil 1



**STAROSTA NOWOSADECKI**

8<sup>o</sup>  
Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis...Z. upr. STAROSTY

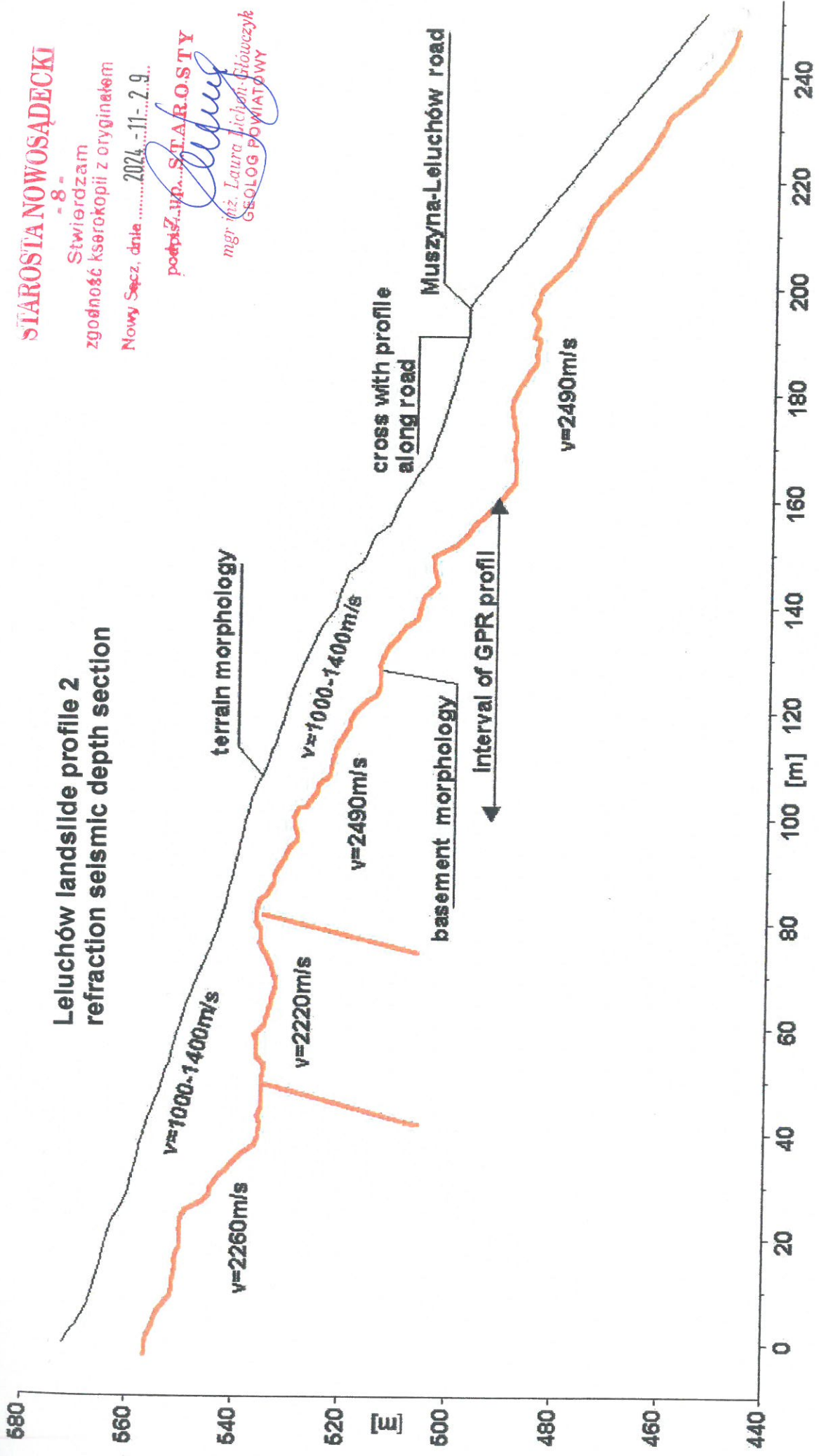
*Leluch*  
mgr inż. Laura Leluch-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



**STAROSTA NOWOSADECKI**  
- 8 -  
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

**podpisz, inż. STABROŚTY**  
*Stabus*  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

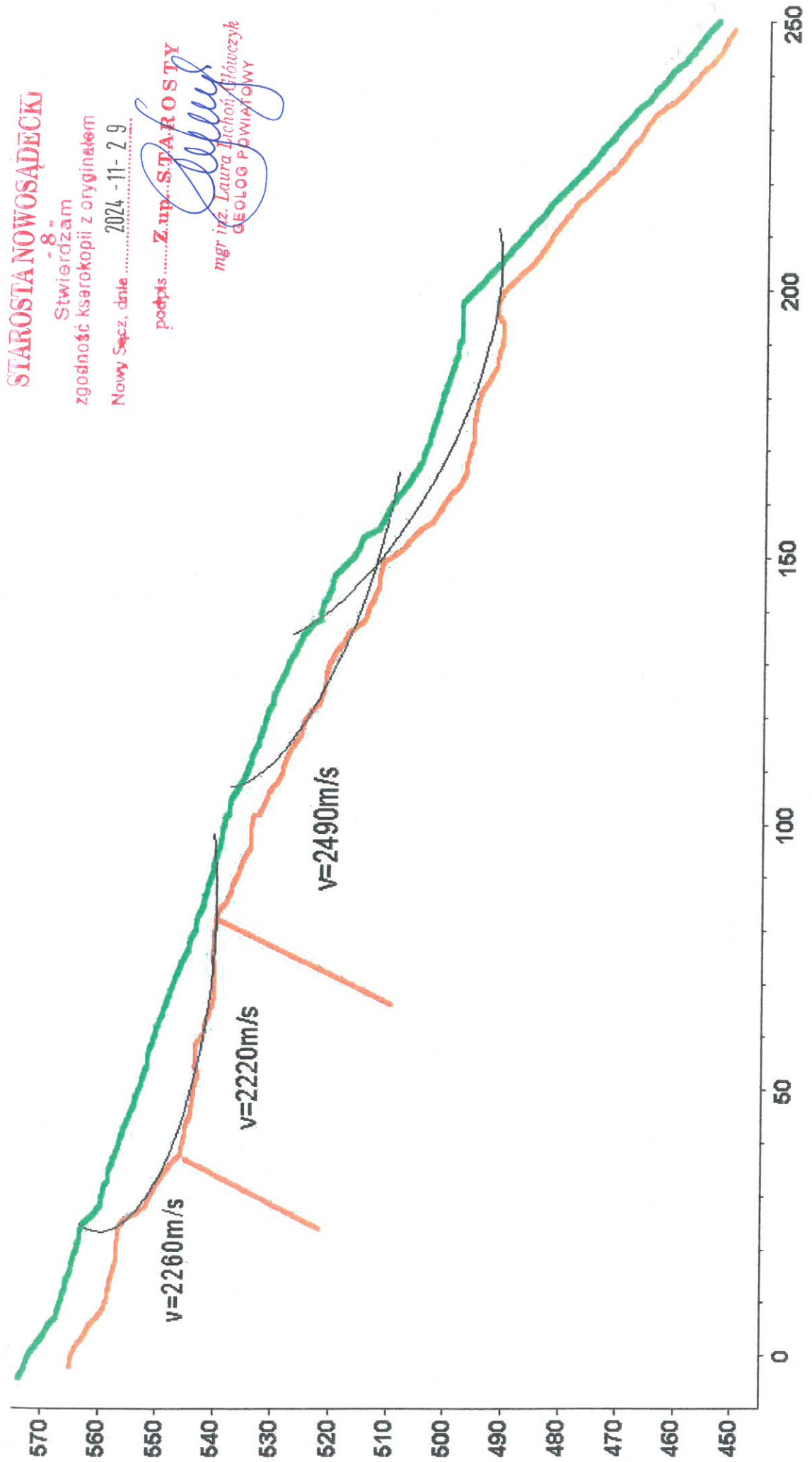
Leluchów landslide profile 2  
refraction seismic depth section





Zał. 11.3.3

Leluchów - profil 1



STAROSTA NOWOSADECKI

Stwierdzam zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis Z. upr. STAROSTY

mgr inż. Laura Diction-Hróbczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Leluchów - profil 2



STAROSTA NOWOSADECKI

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

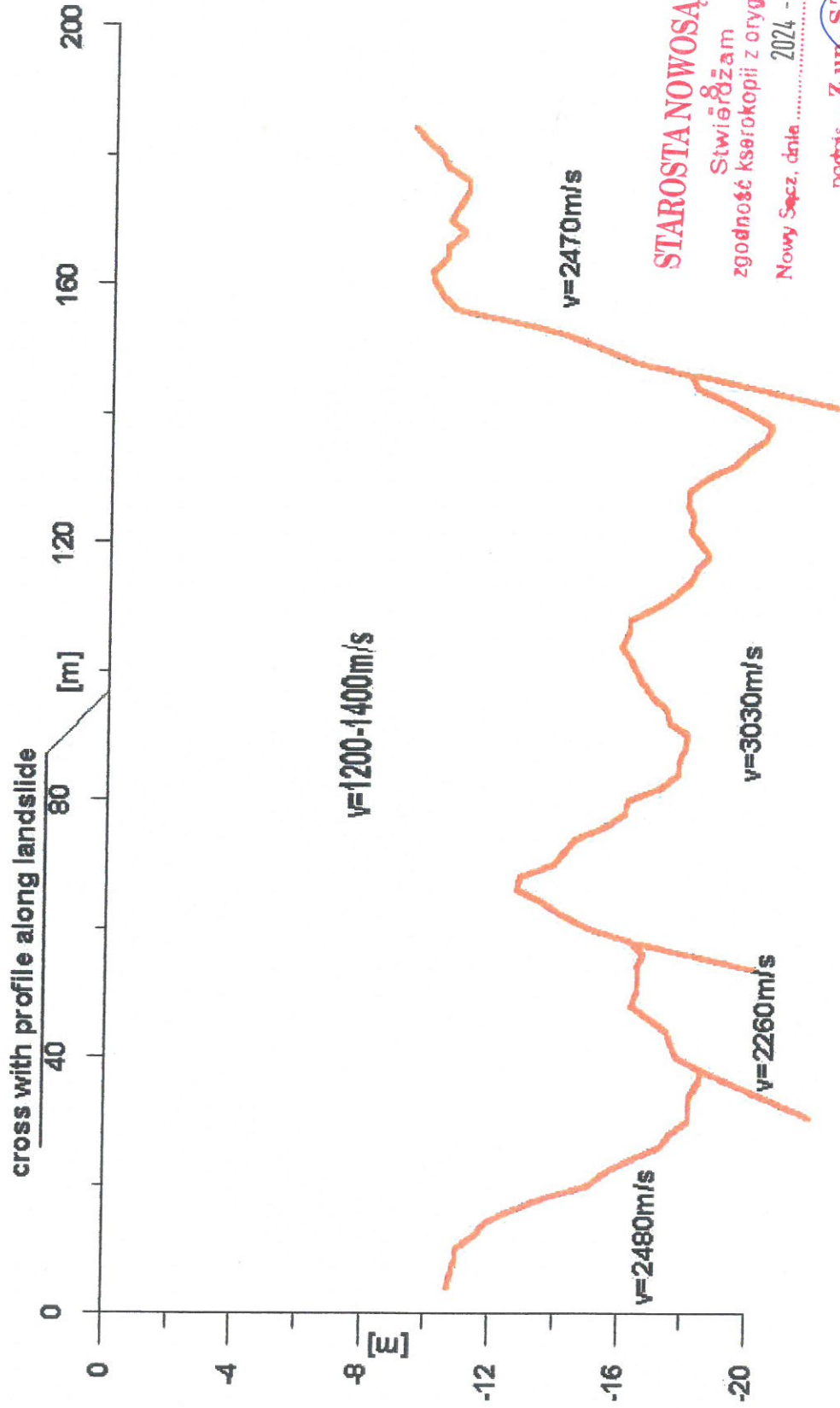
Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis ..... Z. up. STAROSTY

mgr inż. Laura Hichy-Główczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Leluchów landslide  
Refraction seismic depth section across landslide  
along Muszyna-Leluchów road

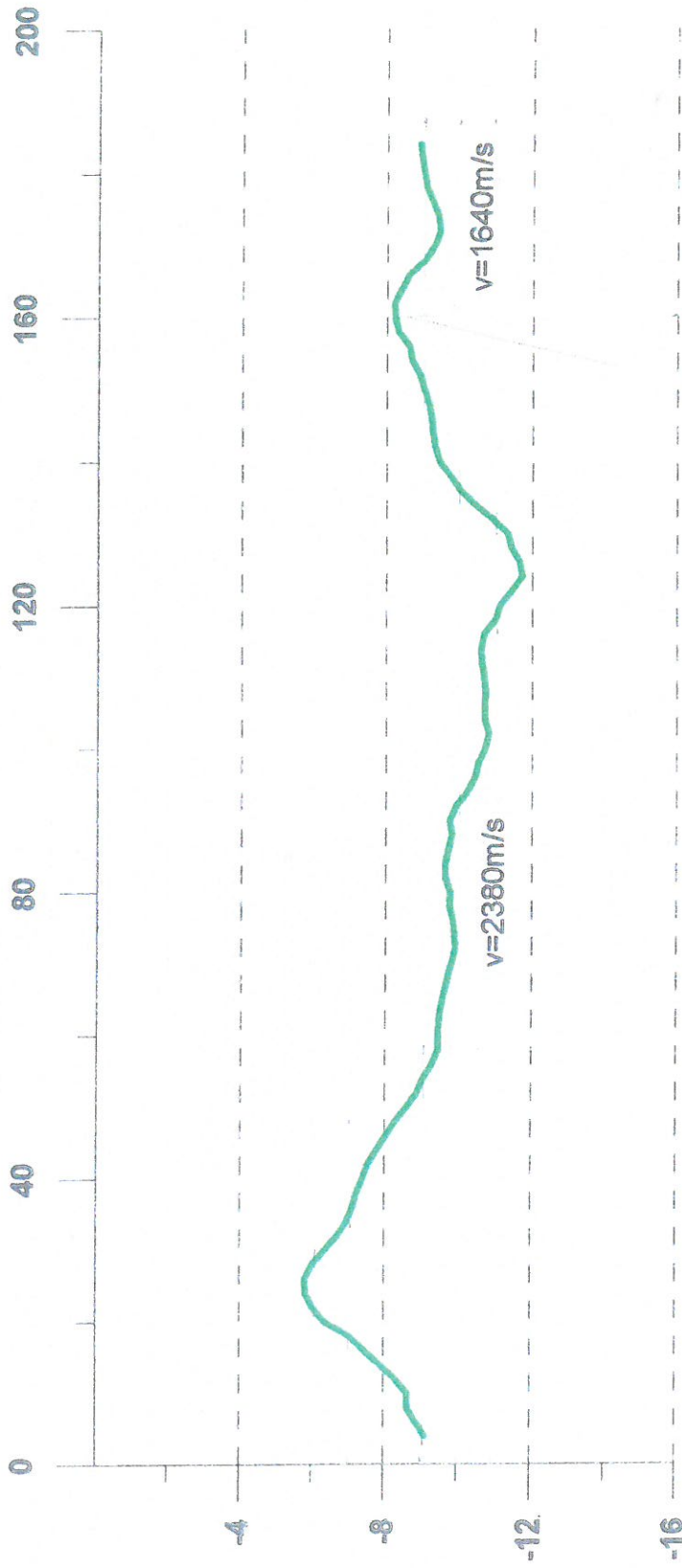


**STAROSTA NOWOSADECKI**  
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29  
podpis **Z. Nowosadecki** STAROSTY

mgr inż. **Barbara Leluchowska**  
GEOLOG POWIATOWY



Lełuchów - profil 3



**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

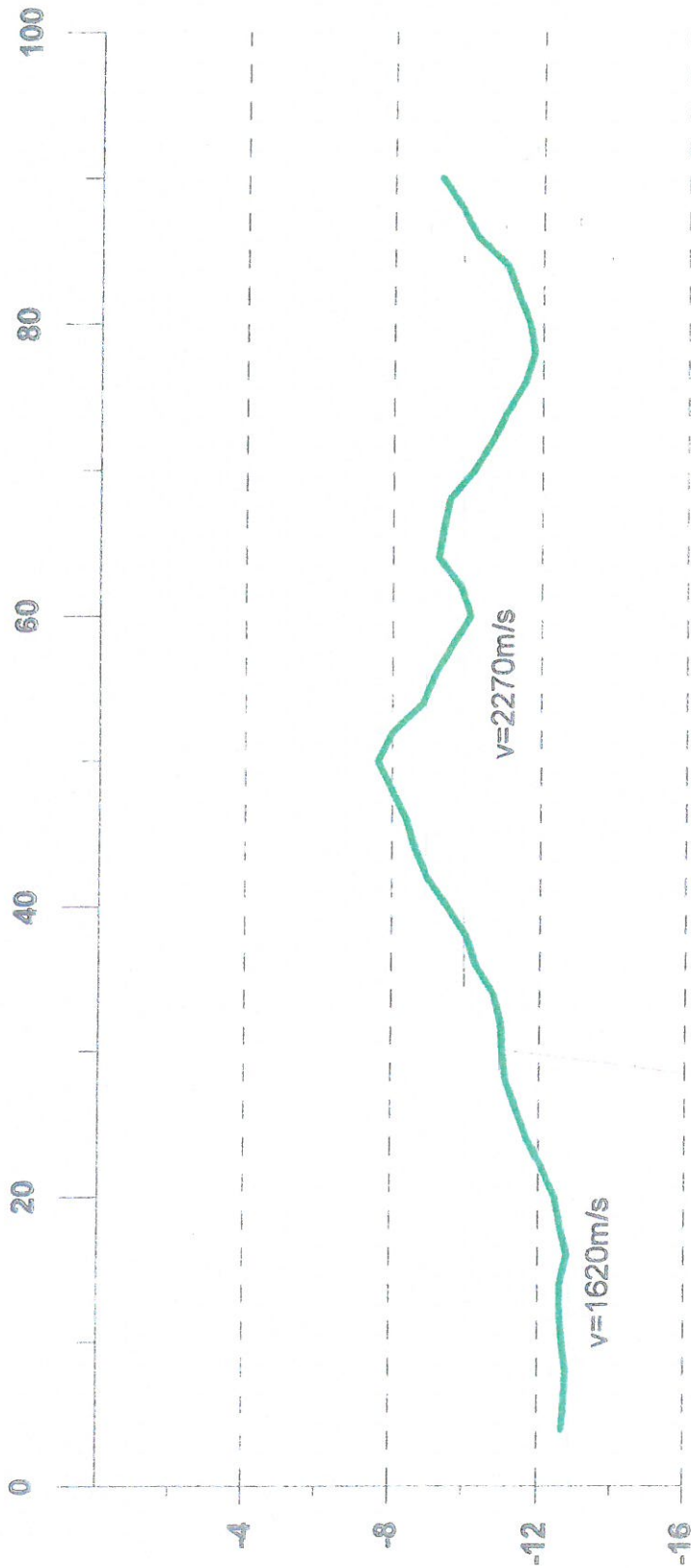
Nowy Sącz, data 2024-11-29

podpis: **Z. WY. STAROSTY**

*[Signature]*  
mgr inż. Laura Dychot-Wójczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Leluchów - profil 4



**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

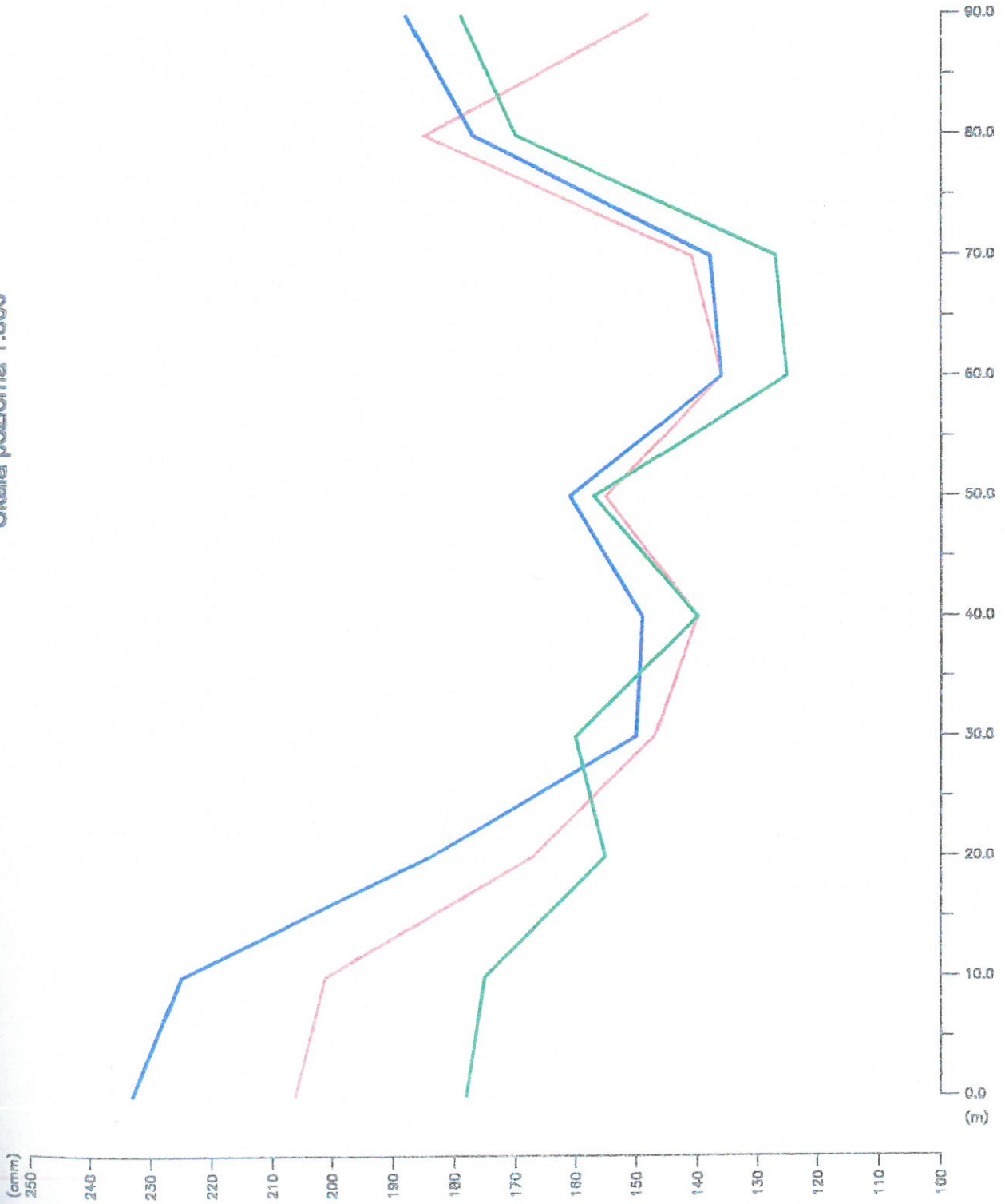
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis **Z. up. STAROSTY**

*[Signature]*  
mgr inż. Laura Lichon-Hówczak  
GEOLOG POWIATOWY



PROFIL I-I  
Skala pozioma 1:500



**STAROSTA NOWOSADECKI**

Stwierdza

zgodność kserokopii z oryginałem

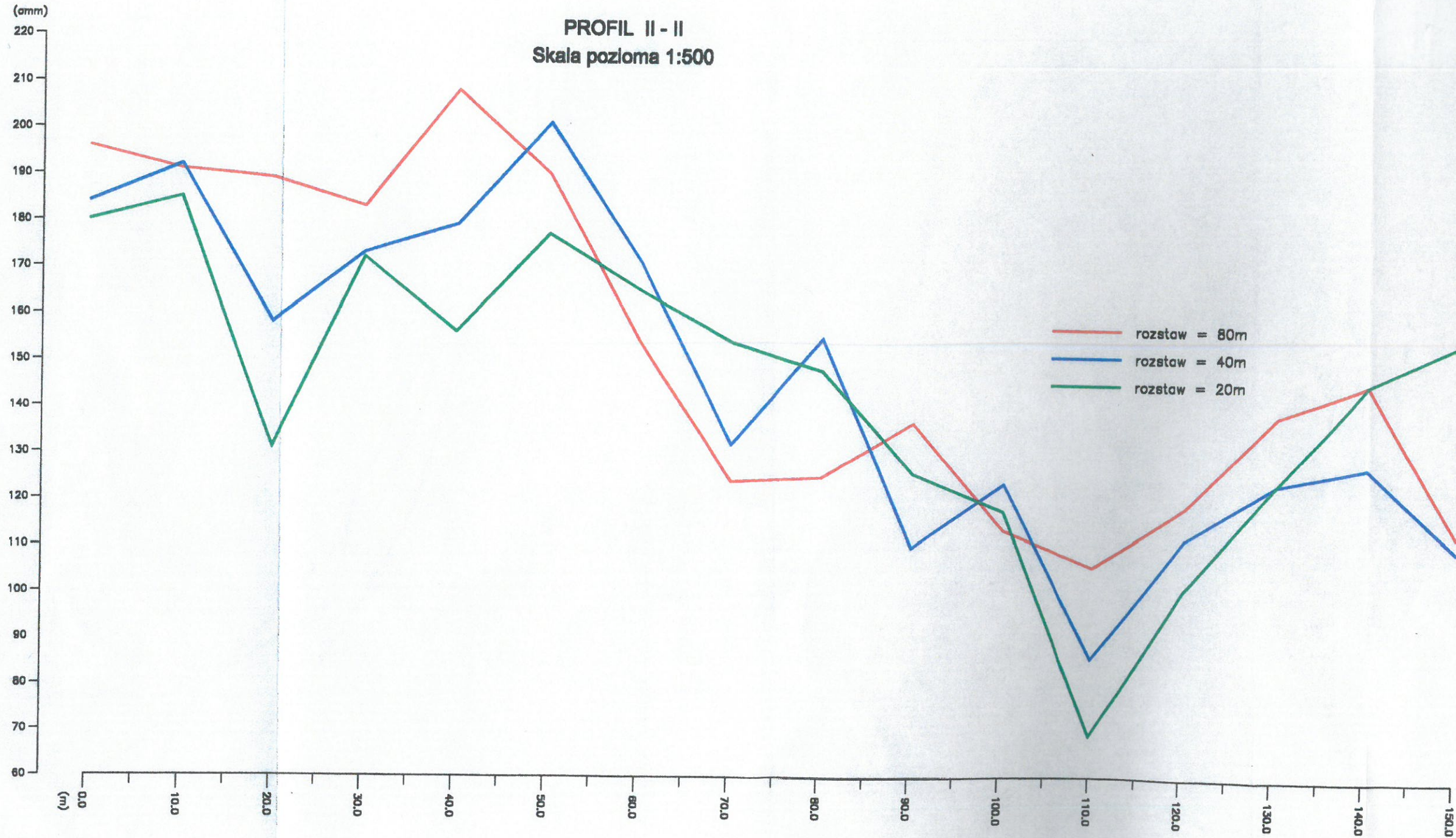
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis: **Zdzisław STAROSTY**

mgr inż. Laura Lichoń-Główczyk  
GEOLOG POWIATOWY

- rozstaw = 80m
- rozstaw = 40m
- rozstaw = 20m





**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
2024 - 11 - 29  
Nowy Sącz, dnia .....

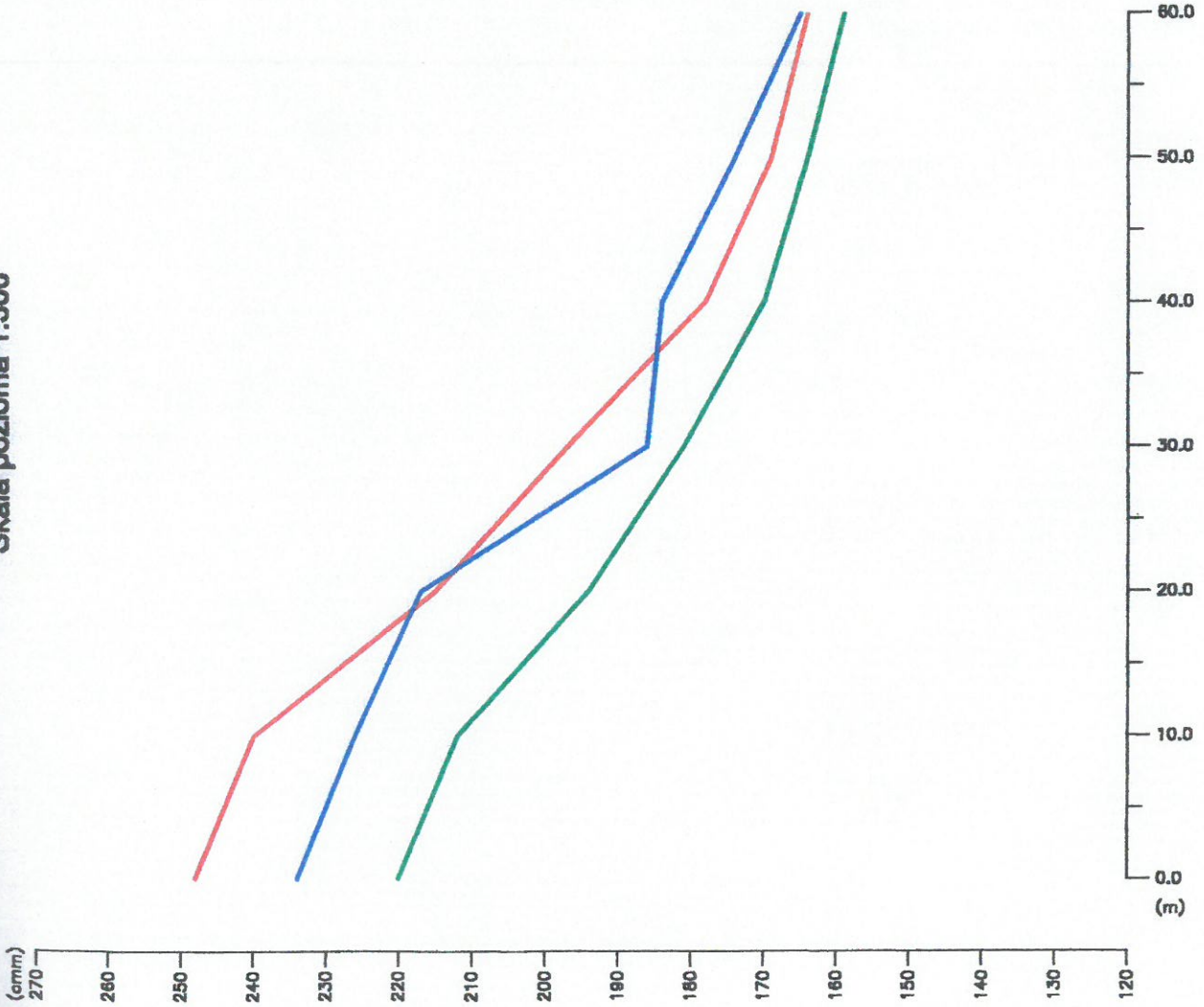
podpis: **STAROSTY**

mgr inż. *Laura Lichon-Głowczyk*  
GEOLOG POWIATOWY



Załącznik 11.10

PROFIL III - III  
Skala pozioma 1:500



STAROSTA NOWOSADECKI  
= 8 =

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

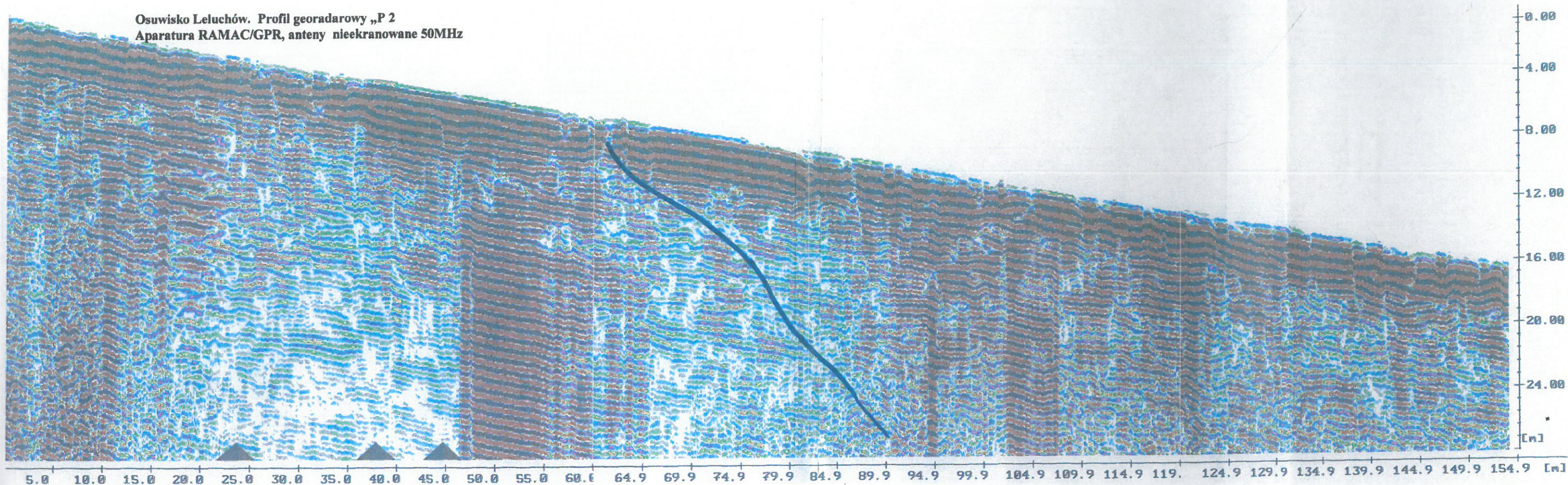
podpis **Zuzanna STAROSTY**

*Zuzanna Starosta*  
Inżynier, Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

— rozstaw = 80m  
— rozstaw = 40m  
— rozstaw = 20m



Osuwisko Leluchów. Profil georadarowy „P 2”  
Aparatura RAMAC/GPR, anteny nieekranowane 50MHz



**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

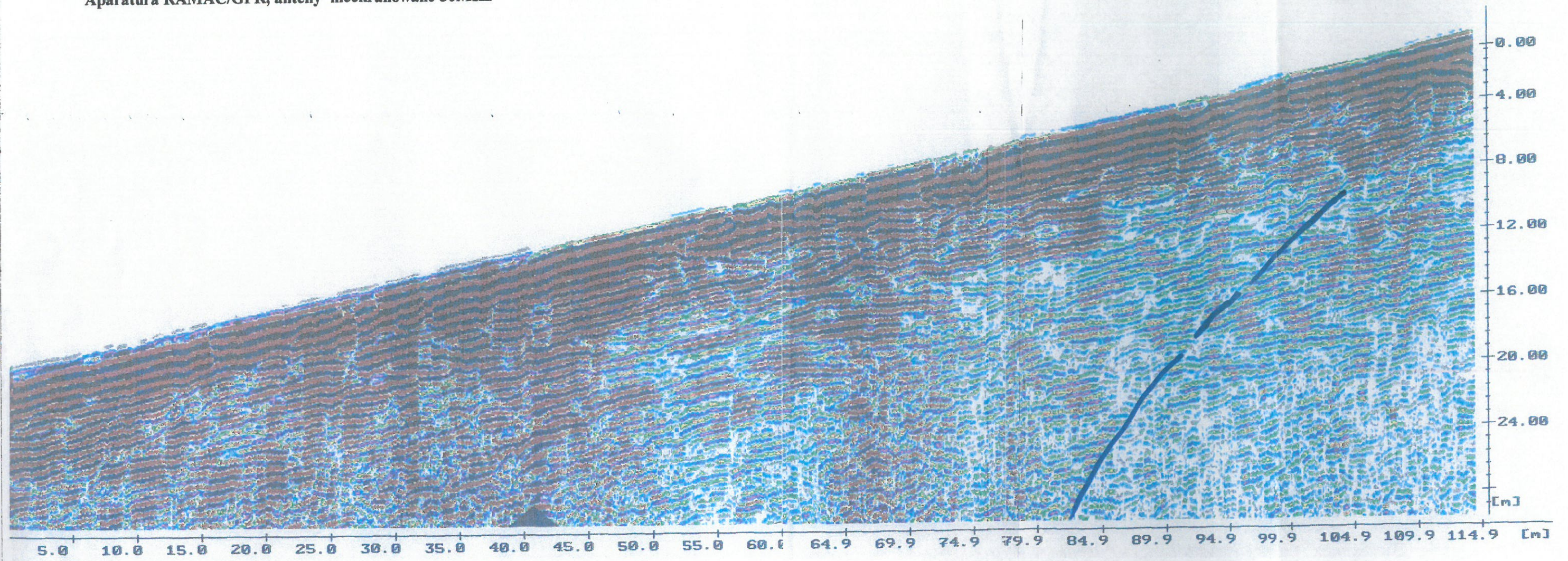
Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

Z up. STAROSTY  
podpis

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Osuwisko Leluchów. Profil georadarowy „P 3”  
Aparatura RAMAC/GPR, anteny nieekranowane 50MHz



**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia .....2024...11...29...

podpis **STAROSTY**

mgr inż. *Laura Dychon-Drówczyk*  
GEOLOG POWIATOWY



**Osuwisko Leluchów. Profil georadarowy „P 4” - część pierwsza**  
**Aparatura RAMAC/GPR, anteny niekranowane 50MHz**

Załącznik 11.13

**STAROSTA NOWOSADECKI**

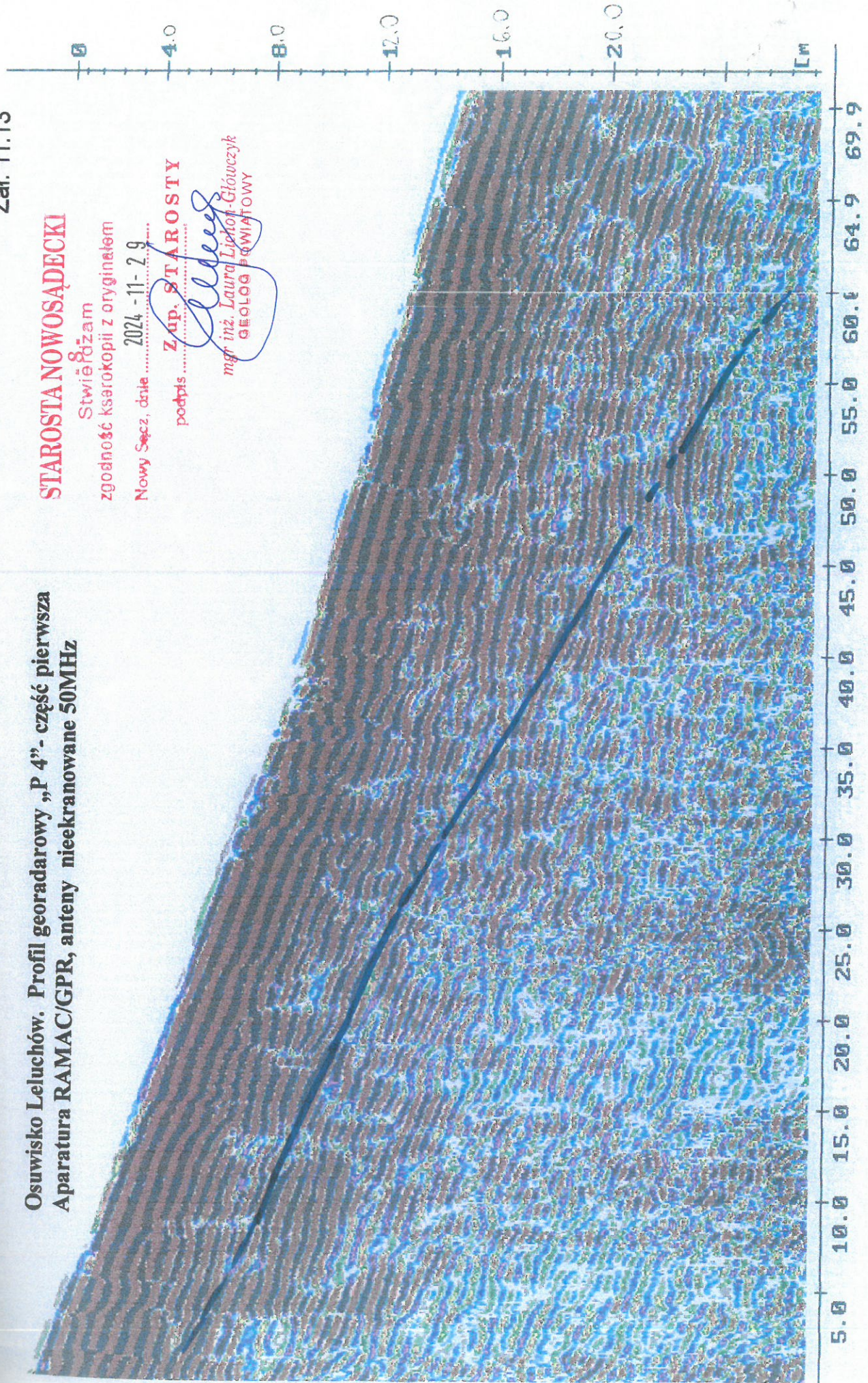
Stwierdżam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

podpis **Zup. STAROSTY**

*Leluch*  
mgr inż. Laura Leluch-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY





Osuwisko Leluchów. Profil georadarowy „P 4” - część druga  
Aparatura RAMAC/GPR, anteny nieekranowane 50MHz

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

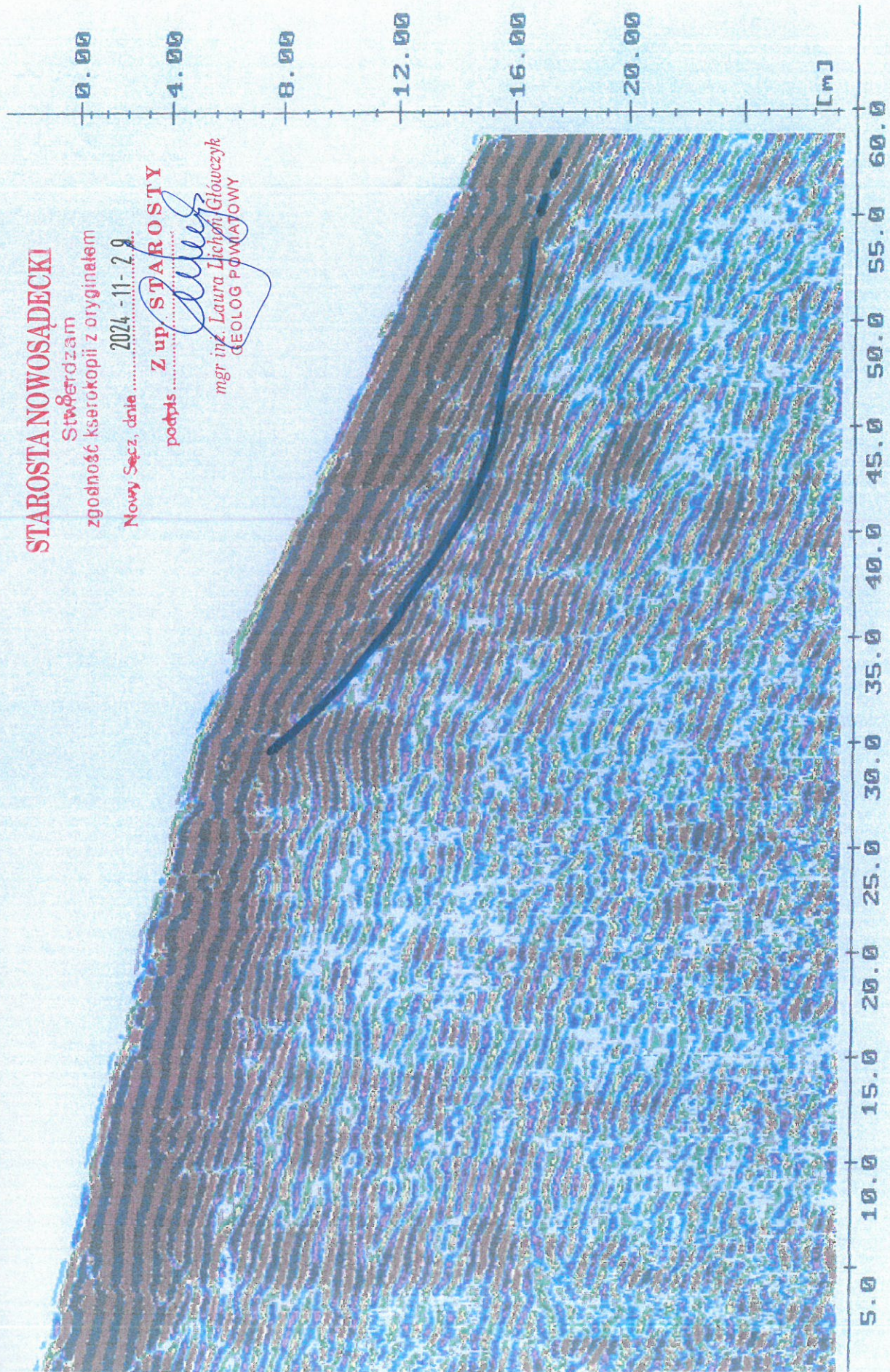
Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

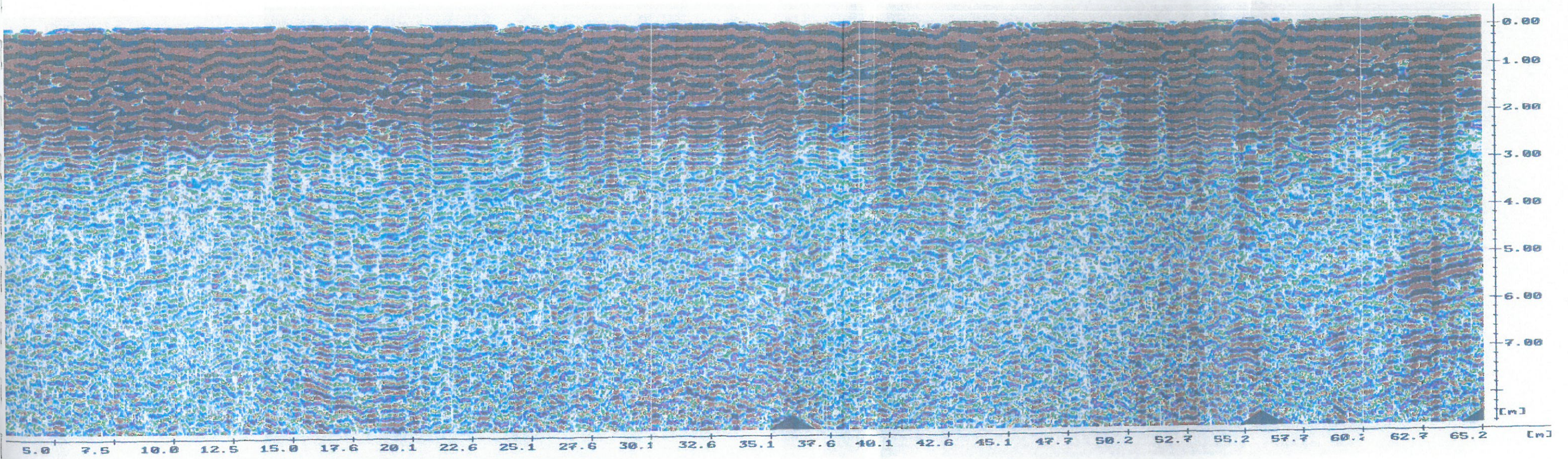
podpis **Z up. STAROSTY**

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY





Osuwisko Leluchów. Profil georadarowy "P5"  
Aparatura RAMAC/GPR, anteny ekranowane 250 MHz



**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29 .....

podpis *Z up.* STAROSTY  
*Laura Lichoń-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



Osuwisko Leluchów. - Profil georadarowy „P 6”  
Aparatura RAMAC/GPR, anteny ekranowane 250MHz

**STAROSTA NOWOSADECKI**

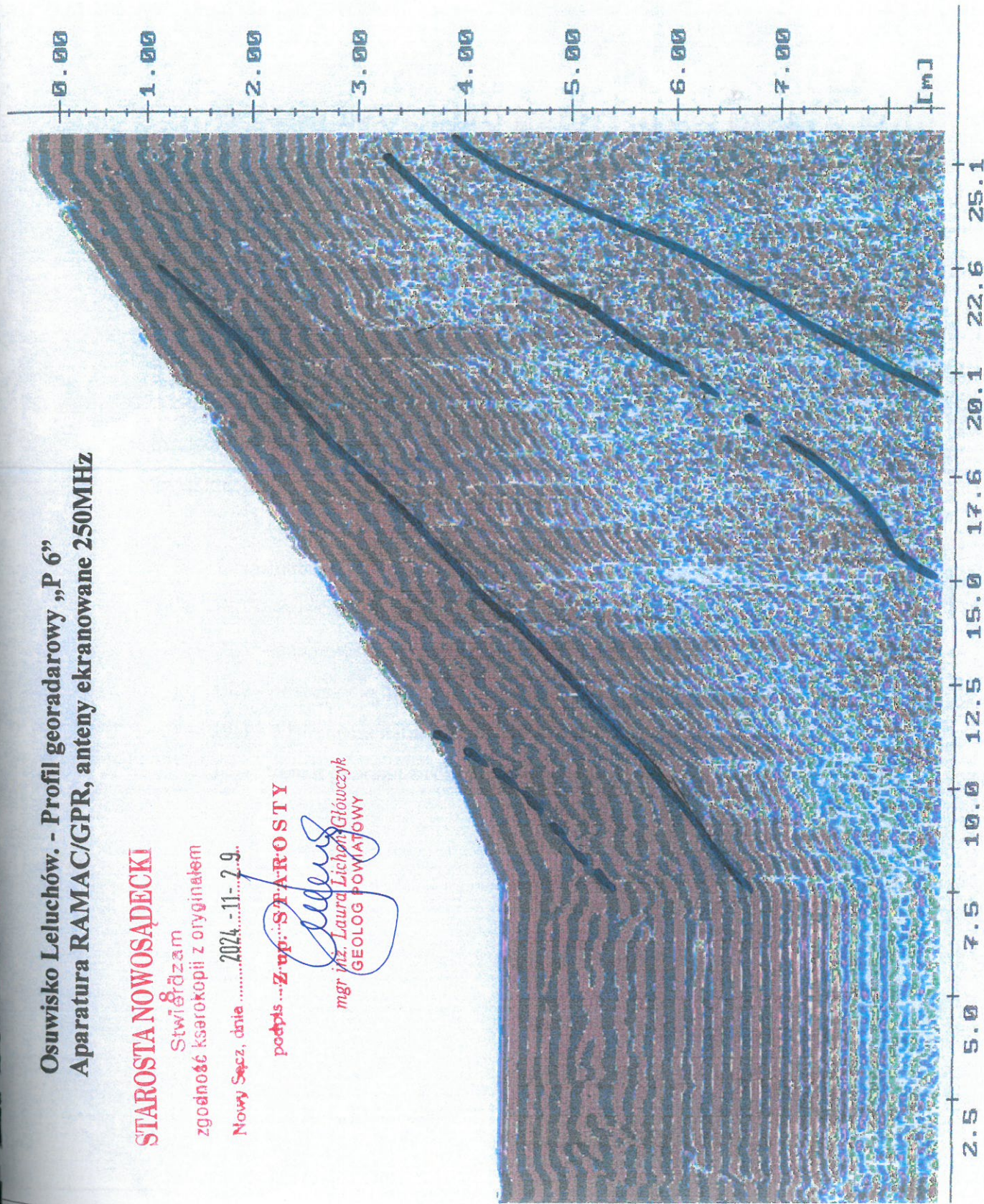
Stwierdził

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29.

podpis...Zup: STAROSTY

*Laura Lichon-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY





# Wyniki badań laboratoryjnych próbek gruntów dla osuwiska przy drodze Muszyna – Leluchów

dr inż. Henryk Woźniak, Jacek Dąbrowski (tech. geol.)

Badania laboratoryjne próbek gruntów dostarczonych przez zleceniodawcę zostały przeprowadzone w laboratorium gruntów Katedry Geologii Inżynierskiej i Geotechniki Środowiska AGH w Krakowie. Badania wykonano wg. PN z uwzględnieniem zaleceń i uwag zleceniodawcy.

Objaśnienia oznaczeń próbek::

PLO – odsłonięcia naturalne

PL1 – odsłonięcia naturalne powyżej otworu L1

PL2 - odsłonięcia naturalne powyżej otworu L2

PL3 - odsłonięcia naturalne powyżej otworu L3

L1 – próbka pobrana z rdzenia z podaniem głębokości pobrania

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia .....2024-11-29.....

podpis **Z up. STAROSTY**

*Laura Lichon-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



**Wyniki oznaczeń analiz makroskopowych próbek gruntu.  
Oznaczenie wykonano zgodnie z PN-74/B-04452**

(Grunty budowlane. Badania polowe.)

Oznaczenie próbki wg metki na woreczku	Opis makroskopowy
PLO - 1	Zwierzelnina gliniasta - glina piaszczysta z okruchami zwietrzałego piaskowca (50% obj.), brązowa, pl/mpl, CaCO <sub>3</sub> <1
PLO - 2	Zwierzelnina gliniasta - glina piaszczysta z okruchami zwietrzałego piaskowca, jasnobrązowa-jasnozielona, pl/mpl, CaCO <sub>3</sub> 1-3
PL - 1/1	Zwierzelnina gliniasta - glina zwięzła z okruchami zwietrzałego piaskowca (2-3mm, poj. płytki do 1cm), brązowo-szara, tpl/pl, CaCO <sub>3</sub> 1-3
PL - 1/2	Zwierzelnina gliniasta- glina zwięzła z okruchami zwietrzałego piaskowca (2-3mm, poj. do 5cm), brązowa, mpl/pl, CaCO <sub>3</sub> <1
PL - 2	Zwierzelnina gliniasta - glina piaszczysta z okruchami zwietrzałego piaskowca (80% obj., 3-5mm, poj. do 1cm), jasnozielona, tpl/pl, CaCO <sub>3</sub> 3-5
L 3 - 1.8 - 1.9 m	Zwierzelnina piaskowiec wymieszany ze zwierzelniną piaskowca, mało wilgotny, jasnozielony, CaCO <sub>3</sub> 1-3 (piaskowiec), CaCO <sub>3</sub> 3-5 (zwierzelnina)
L 3 - 3.0 - 3.1 m	Zwierzelnina iłółupka - ił z okruchami zwietrzałego iłółupka, szara, zw/pzw, CaCO <sub>3</sub> 1-3
L 3 - 4.1 - 4.2 m	Zwierzelnina piaskowiec wymieszany ze zwierzelniną piaskowca, mało wilgotny, jasnozielony, CaCO <sub>3</sub> < 1 (piaskowiec), CaCO <sub>3</sub> 3-5 (zwierzelnina)
L 3 - 5.0 m	Zwierzelnina gliniasta - glina pylasta zwięzła z okruchami zwietrzałego piaskowca (2-5mm), brązowa, pzw, CaCO <sub>3</sub> > 5
L 3 - 11.2 m	Piaskowiec lub zwierzelnina piaskowiec obtoczony gliną, szary, tpl, CaCO <sub>3</sub> 1-3 (piaskowiec), CaCO <sub>3</sub> 3-5 (grunt spoisty)
Lel 4 - 3.8 m	Brekcja - glina zwięzła z okruchami zwietrzałego piaskowca (2mm) poj. piaskowce do 5cm, zielona, zw/pzw, CaCO <sub>3</sub> 1-3 (piaskowiec i grunt spoisty)
Lel 3 - 18.4 m	Zwierzelnina piaskowiec wymieszany ze zwierzelniną piaskowca, wilgotny, jasnozielony, CaCO <sub>3</sub> 1-3 (piaskowiec), CaCO <sub>3</sub> 3-5 (zwierzelnina)
PL 3 - 4.0 m	Zwierzelnina gliniasta- glina zwięzła z okruchami zwietrzałego piaskowca (3-5mm), jasnobrązowa, pl, CaCO <sub>3</sub> 3-5

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

2024 - 11 - 29

Nowy Sącz, dnia .....

**Z up. STAROSTY**

podpis .....

mgr inż. *Laura Lichon-Głowczyk*  
GEOLOG POWIATOWY



Wyniki oznaczeń wilgotności naturalnej próbek gruntów  
Oznaczenia wykonano zgodnie z PN-88/B-04481

( Grunty budowlane . Badanie próbek gruntu . )

Oznaczenie próbki wg metki na woreczku	Wilgotność $W_{n1}$ [ % wag. ]	Wilgotność $W_{n2}$ [ % wag. ]	Wilgotność $W_{n\text{śr}}$ [ % wag. ]
PLO - 1	16,83	17,09	16,96
PLO - 2	14,54	14,68	14,61
PL - 1/1	17,01	17,07	17,04
PL - 1/2	29,33	29,83	29,58
PL - 2	12,69	13,05	12,87
L 3 - 1.8 - 1.9 m	4,55	4,85	4,70
L 3 - 3.0 - 3.1 m	10,28	10,60	10,34
L 3 - 4.1 - 4.2 m	8,17	8,31	8,24
L 3 - 5.0 m	12,19	12,31	12,25
L 3 - 11.2 m	12,05	11,97	12,01
Lel 4 - 3.8 m	12,57	12,65	12,61
Lel 4 - 18.4 m	7,25	7,53	7,39
PL 3 - 4.0 m	17,21	17,45	17,33

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia ..... 2024 - 11 - 29 .....

podpis ... Z. up. ... **STAROSTY**

mgr inż. Laura Lichón-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



**Wyniki oznaczeń gęstości objętościowej gruntu  $\rho$**   
**Oznaczenia wykonano zgodnie z PN – 88/B-04481**

( Grunty budowlane. Badania próbek gruntów )

Oznaczenie próbki wg metki na woreczku	Gęstość objętościowa $\rho_1$ [ g/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość objętościowa $\rho_2$ [ g/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość objętościowa $\rho_3$ [ g/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość objętościowa $\rho_4$ [ g/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość objętościowa $\rho_{\text{śr.}}$ [ g/cm <sup>3</sup> ]
PLO - 1	2,17	2,16	2,17	2,15	2,16
PLO - 2	2,16	2,14	2,22	2,21	2,18
PL - 1/1	2,09	2,08	2,07	2,09	2,08
PL - 2	2,18	2,09	2,21	2,19	2,17
L - 3 - 3,0 - 3,1	2,10	2,07	2,10	2,09	2,09
PL - 3 - 4	2,03	2,05	2,01	2,07	2,04
L 3 - 3.0	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Lel 4 - 3,80	2,20	2,18	2,12	2,22	2,18

**UWAGA :**

Duże zróżnicowanie badanego gruntu powoduje zróżnicowanie wyników, dlatego w celu dokładnego uśrednienia wartości  $\rho$ , oznaczenie dla każdej próby dokonywano na czterech próbkach .

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia .....2024 -11- 2-9.....

podpis ..... **Z UP. STAROSTY**

*mgr inż. Laura Lichon-Głobczyk*  
**GEOLOG POWIATOWY**



**Wyniki oznaczeń granicy plastyczności  $W_p$  i płynności  $W_L$**   
**Oznaczenia wykonano zgodnie z PN-88/B-04481**  
 ( Grunty budowlane . Badanie próbek gruntu . )

Oznaczenie próbki wg metki na woreczku	Wilgotność naturalna $W_n$ [ % wag. ]	Granica plastyczności $W_p$ [ % wag. ]	Granica płynności $W_L$ [ % wag. ]	Wskaźnik plastyczności $I_p$ [ % wag. ]	Stopień plastyczności $I_L$
PLO - 1	18,65	15,35	24,61	9,26	0,36
PLO - 2	18,05	14,97	23,68	8,71	0,35
PL - 1 / 1	18,29	16,85	31,72	14,87	0,10
PL - 1 / 2	28,34	17,40	31,45	14,05	0,78
L3 - 3,0 - 3,1 m	10,34	20,70	37,28	17,12	- 0,61
L3 - 5,0 m	12,25	19,22	31,18	11,96	- 0,58
Lel4 - 3,8 m	12,61	17,40	26,07	12,07	- 0,12
PL3 - 4,0 m	23,53	18,99	35,07	16,08	0,28

**UWAGA !**

Wilgotność oznaczana dla materiału spoistego, po wyeliminowaniu rumoszu, w celu wykonania oznaczenia granic konsystencji.

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem  
Nowy Sącz, dnia .....2024...-11-...2,9.....

podpis .....ZUB...STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



**Wyniki oznaczeń spójności  $c_u$  i kąta tarcia wewnętrznego  $\phi_u$  w aparacie  
bezpośredniego ścinania AB .**

**Oznaczenia wykonano zgodnie z PN-88/B-04481**

( Grunty budowlane . Badanie próbek gruntu . )

Numer otworu / numer próbki rodzaj próbki / głębokość pobrania	Spójność $c_u$	Kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$
[m ppt]	[ kPa ]	[ ° ]
PLO - 1 <sup>1</sup>	21,3	14,8
PLO - 2 <sup>2</sup>	10,4	14,8
PL - 1 / 1 <sup>3</sup>	31,6	7,8
PL - 2	48,1	15,1
L3 - 1.8 - 1.9 m	46,8	14,9
L3 - 3.0 - 3.1 m	48,4	15,9
L3 - 4.1 - 4.2 m	46,4	21,3
L3 - 5.0 m	50,5	20,3
Lel4 - 3.8 m	46,3	16,9
Lel4 - 18.4 m	8,9	16,1
PL3 - 4.0 m <sup>4</sup>	32,7	15,4

Uwagi:

- <sup>1</sup> – Podczas ścinania i konsolidacji próbka oddaje wodę ( ilość dość duża, dla wszystkich stopni obciążeń , dużo rumoszu)
- <sup>2</sup> – Podczas ścinania i konsolidacji próbka oddaje wodę ( ilość dość duża, dla wszystkich stopni obciążeń , dużo rumoszu)
- <sup>3</sup> – Podczas ścinania i konsolidacji próbka oddaje wodę ( ilość mała, dla wszystkich stopni obciążeń )
- <sup>4</sup> – Podczas ścinania i konsolidacji próbka oddaje wodę ( ilość mała, dla wszystkich stopni obciążeń , dużo rumoszu)

**STAROSTA NOWOSADECKI**  
- 8 -

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Z up. STAROSTY

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis .....

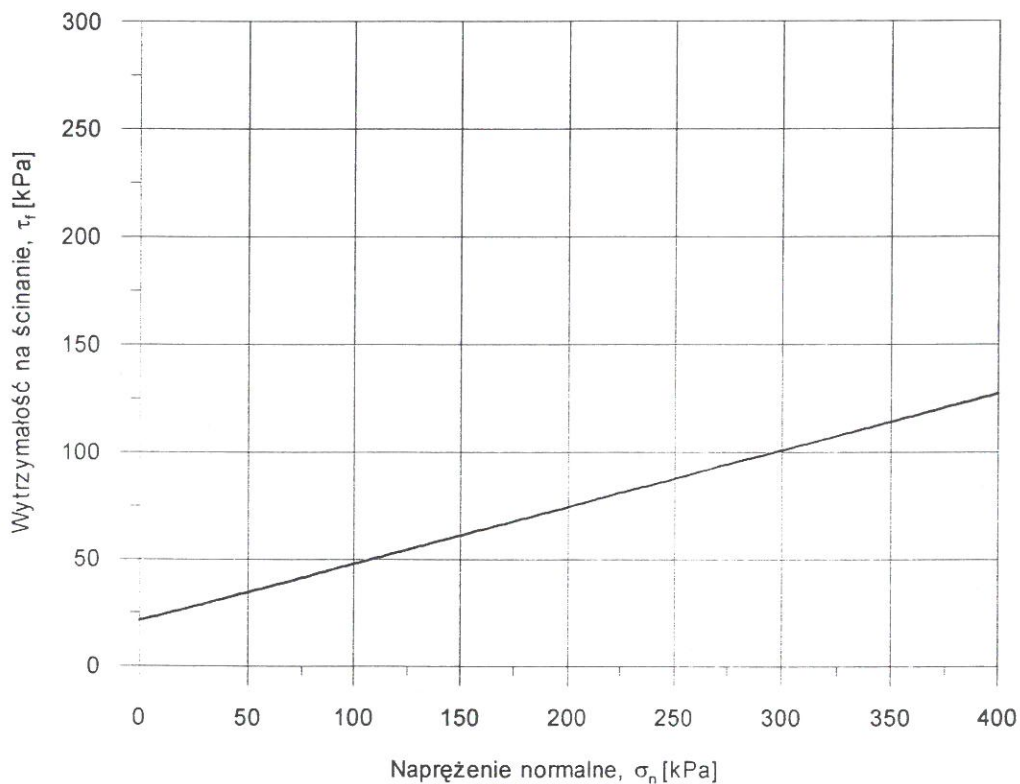
*Laura Lichot-Głowczyk*  
mgr inż. Laura Lichot-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY

34



## WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: PLO - 1  
Głębokość poboru:  
Rodzaj gruntu: Gлина piaszczysta + okruchy zwietrzałego piaskowca  
(zwietrzelina gliniasta)  
Stan konsystencji: pl  
Wilgotność naturalna: 16,96%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 14,8 [°]  
spójność:  $c_u$  - 21,3 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

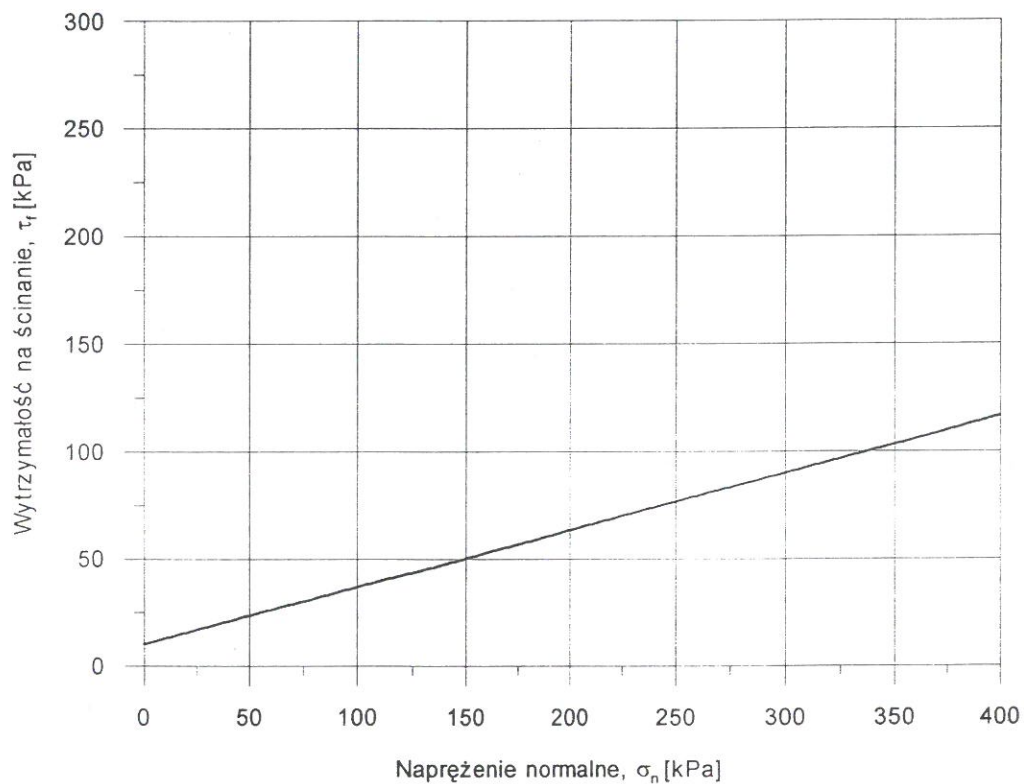
podpis ..... Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



## WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: PLO - 2  
Głębokość poboru:  
Rodzaj gruntu: Gлина piaszczysta + okruchy zwietrzałego piaskowca  
Stan konsystencji: pl  
Wilgotność naturalna: 14,61%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 14,8 [°]  
spójność:  $c_u$  - 10,4 [kPa]

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

**Z up. STAROSTY**

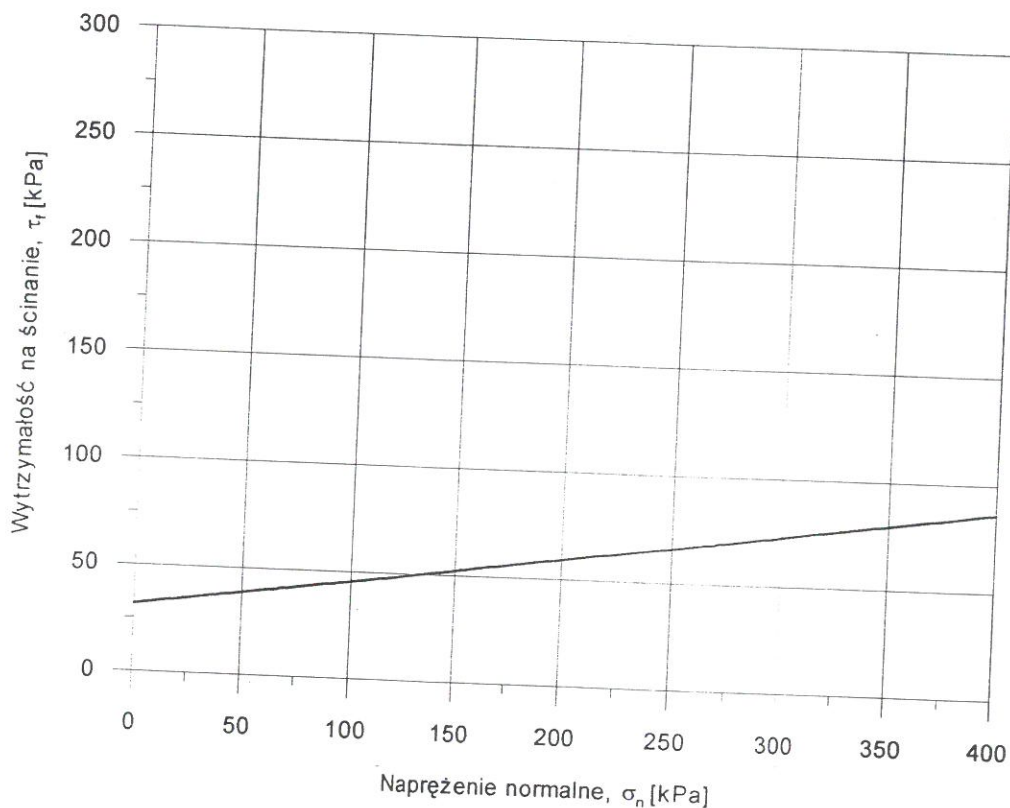
podpis

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: PL - 1/1  
Głębokość poboru:  
Rodzaj gruntu: Gлина zwięzła + okruchy zwięzłego piaskowca  
Stan konsystencji: tpi/pl  
Wilgotność naturalna: 17,04%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 7,8 [°]  
spójność:  $c_u$  - 31,6 [kPa]

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

Z up. STAROSTY

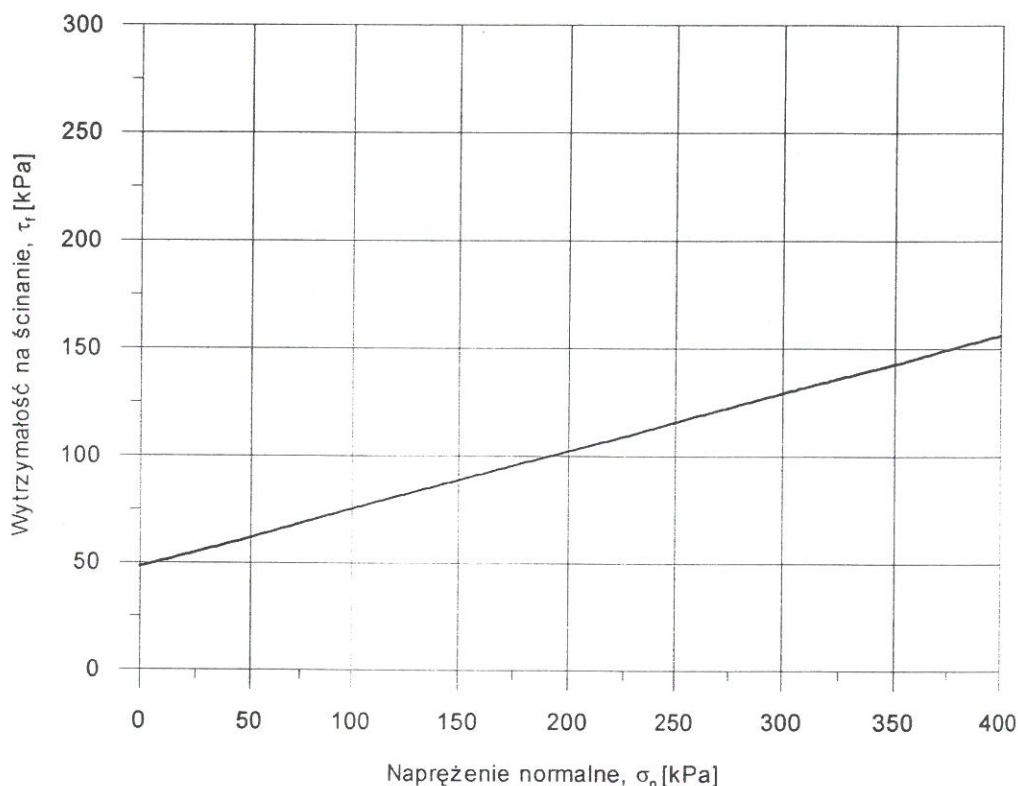
podpis

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: PL-2  
Głębokość poboru:  
Rodzaj gruntu: Związki gliniasta  
Stan konsystencji: tpi  
Wilgotność naturalna: 12,87%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 15,1 [°]  
spójność:  $c_u$  - 48,1 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

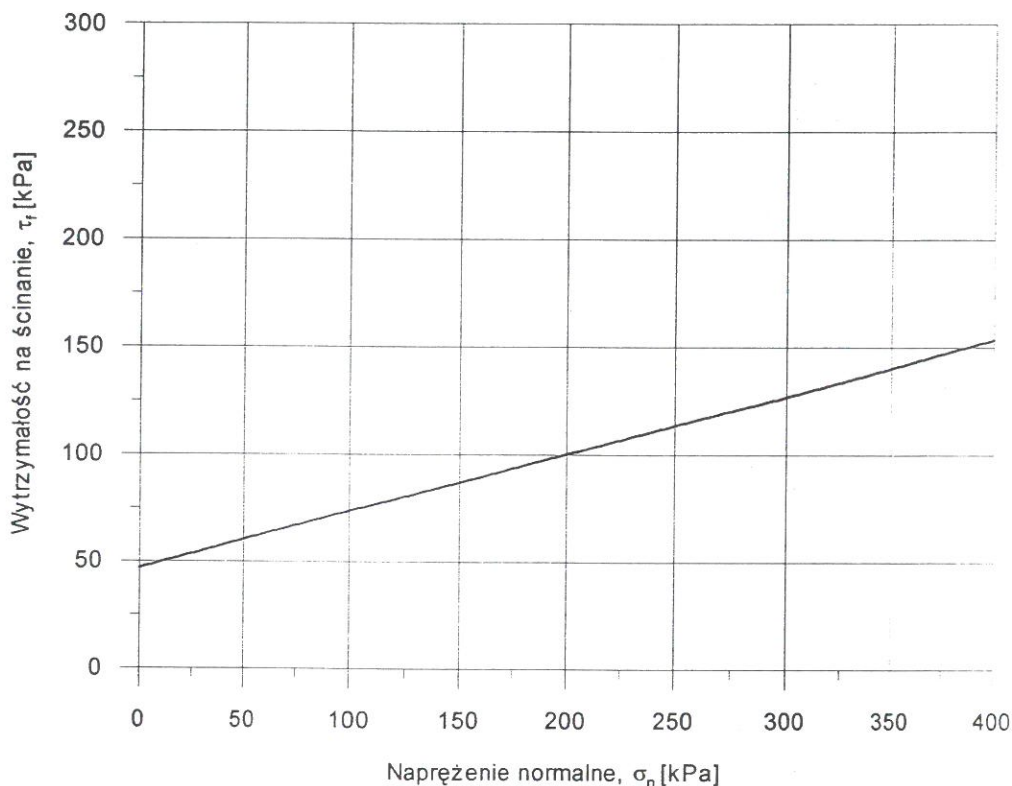
Z up. STAROSTY  
podpis

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



## WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: L-3  
Głębokość poboru: 1.80-1.90 m  
Rodzaj gruntu: Zwietrzały piaskowiec + zwietrzelina piaskowca  
Stan konsystencji: mało wilgotny  
Wilgotność naturalna: 4,70%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 14,9 [°]  
spójność:  $c_u$  - 46,8 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

2024 -11- 2 9

Nowy Sącz, dnia .....

Z up. STAROSTY

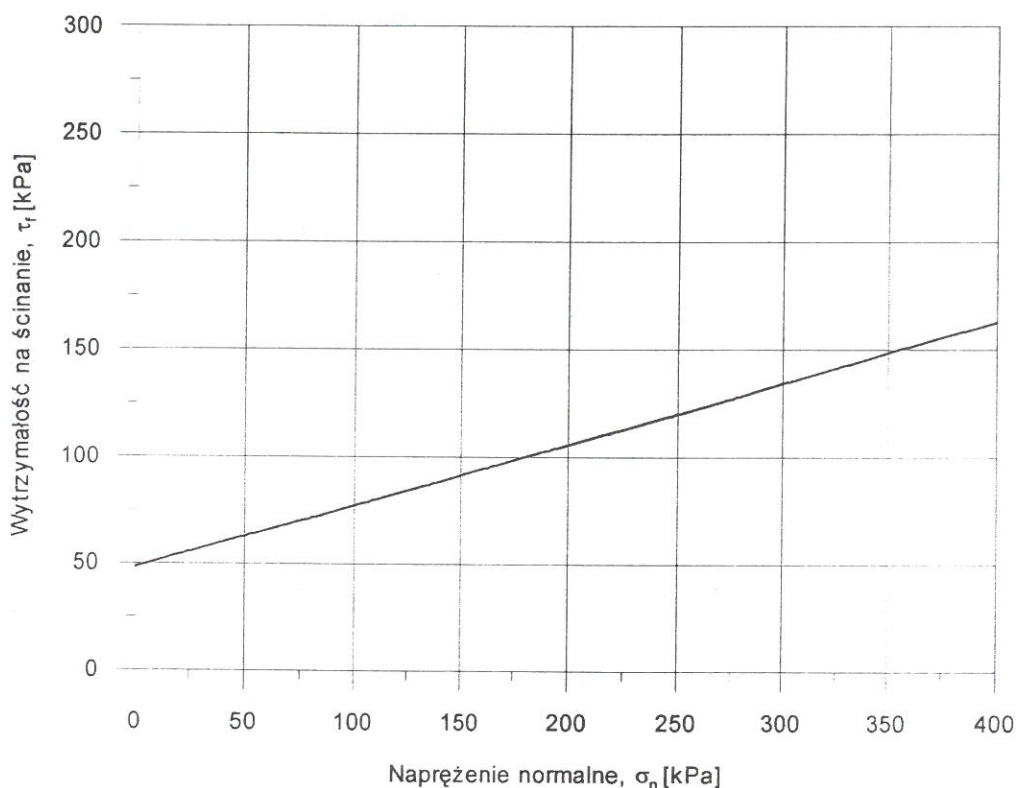
podpis .....

mgr inż. Laura Lichoń-Głóczyk  
GEOLOG POWIATOWY



## WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: L 3  
Głębokość poboru: 3,00-3,10 m  
Rodzaj gruntu: II + okruchy zwietrzałego iłołupku (zwietrzelina iłołupka)  
Stan konsystencji: zw  
Wilgotność naturalna: 10,34%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481

Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 15.9 [°]  
spójność:  $c_u$  - 48.4 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

- 8 -

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

2024-11-29

Nowy Sącz, dnia ..... Z up: STAROSTY

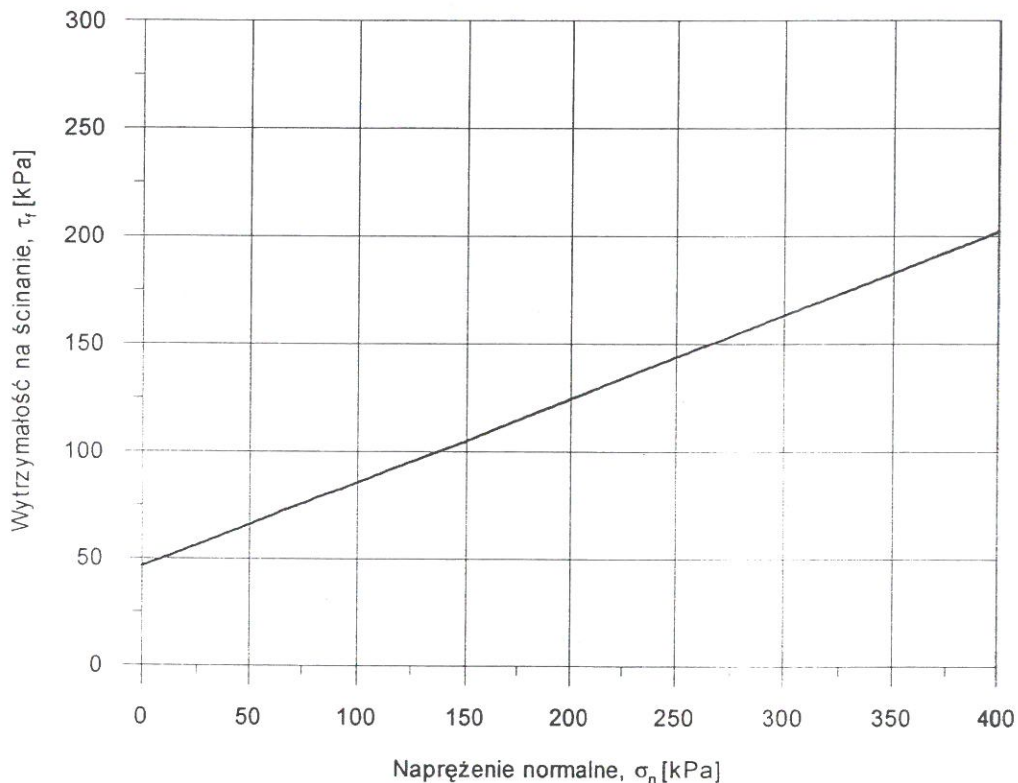
podpis

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: L3  
Głębokość poboru: 4.10-4.20 m  
Rodzaj gruntu: Zwięzła piaskowiec + zwierzlina piaskowca  
Stan konsystencji: mało wilgotny  
Wilgotność naturalna: 8,24%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 21,3 [°]  
spójność:  $c_u$  - 46,4 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

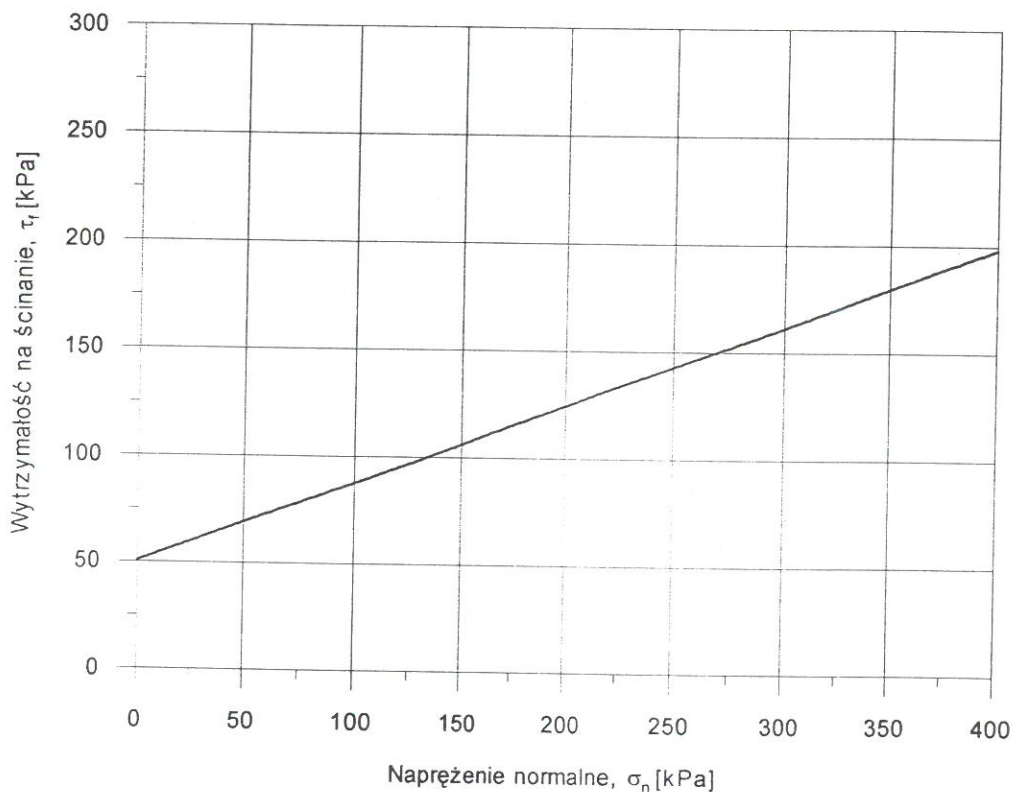
podpis: Z. urz. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: L-3  
Głębokość poboru: 5.00 m  
Rodzaj gruntu: Gлина pylasta zwięzła + okruchy zwięzłego piaskowca  
Stan konsystencji: zw / pzw  
Wilgotność naturalna: 12,25%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 20,3 [°]  
spójność:  $c_u$  - 50,5 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

Z up. STAROSTY

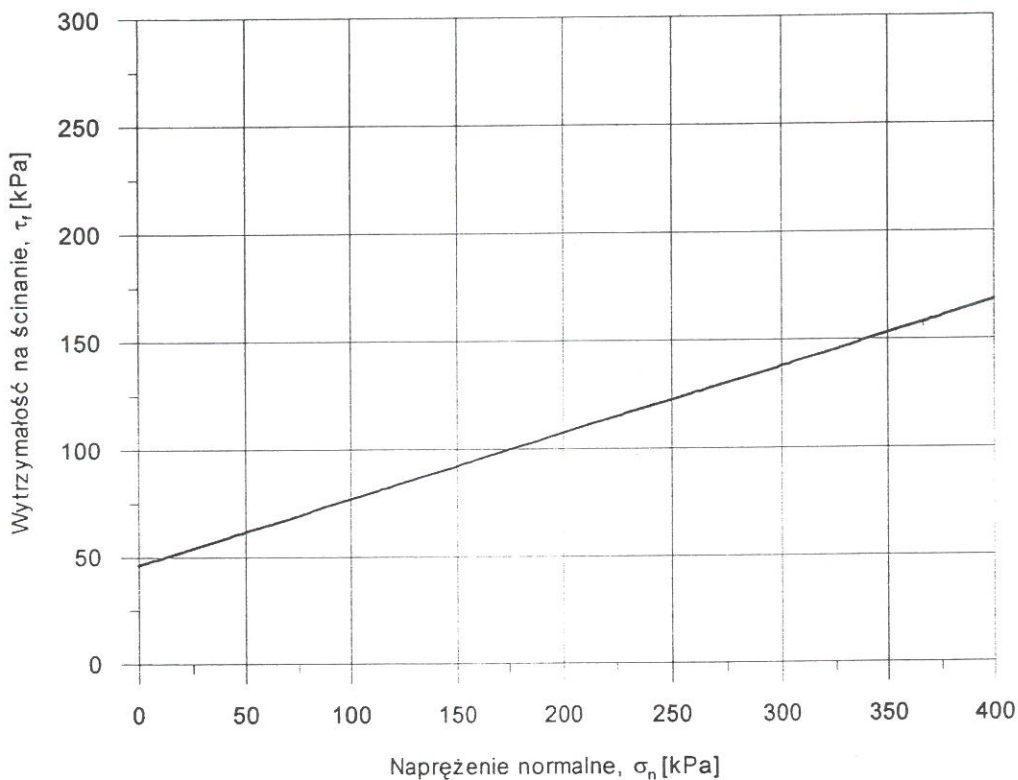
podpis

mgr inż. Laura Lichoń-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



## WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: Lel 4  
Głębokość poboru: 3.80 m  
Rodzaj gruntu: glina zwięzła + okruchy zwietrzałego piaskowca (brekcja)  
Stan konsystencji: zw  
Wilgotność naturalna: 12,61%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 16,9 [°]  
spójność:  $c_u$  - 46,3 [kPa]

STAROSTA NOWOSĄDECKI

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

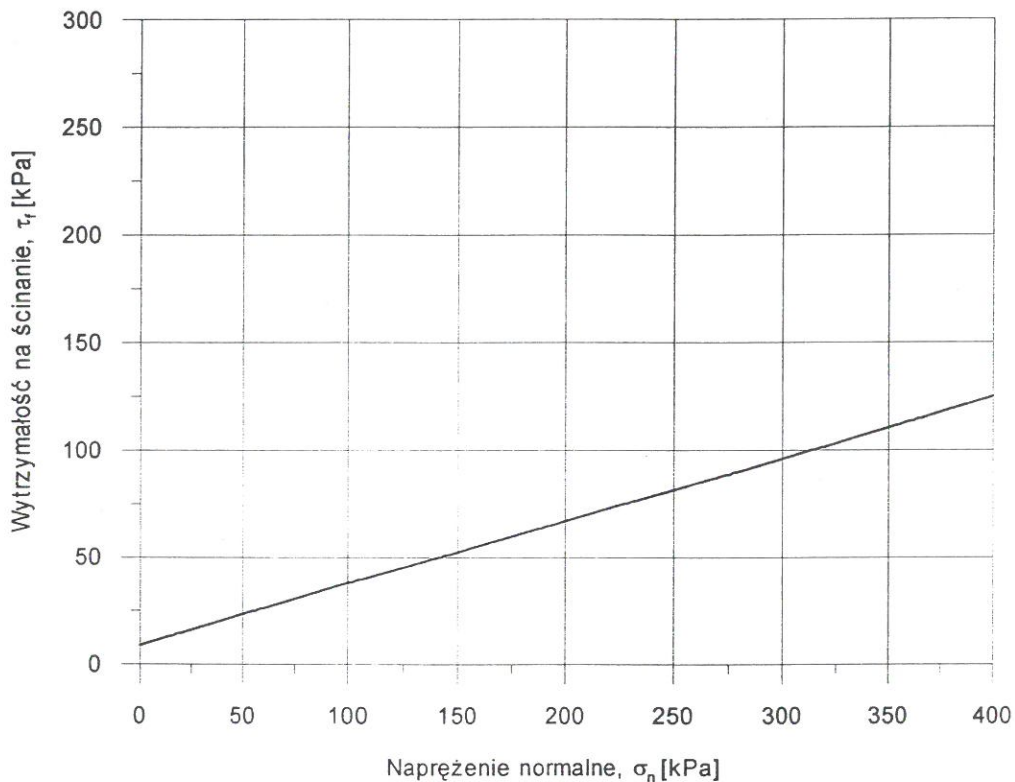
podpis..... Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: Lel 4  
Głębokość poboru: 18.40 m  
Rodzaj gruntu: Zwięzły piaskowiec + zwięznelina piaskowca  
Stan konsystencji: wilgotny  
Wilgotność naturalna: 7,39%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 16,1 [°]  
spójność:  $c_u$  - 8,9 [kPa]

STAROSTA NOWOSADECKI

Stowarzyszenie

zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024-11-29

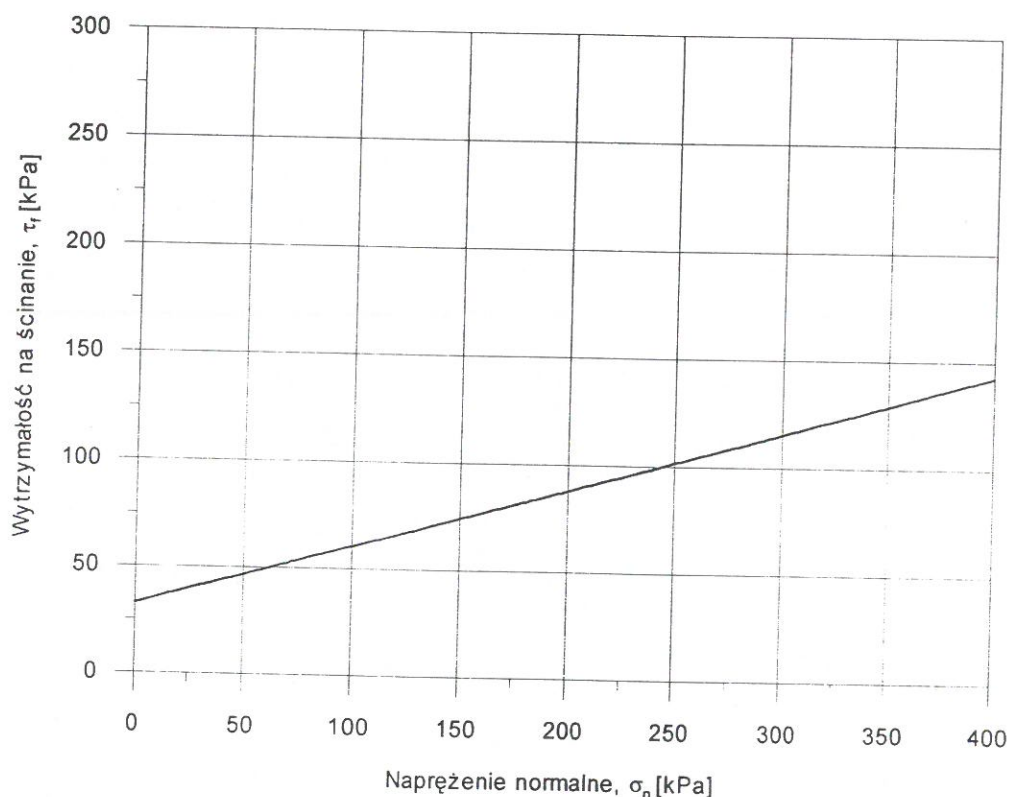
podpis... Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY



# WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE

Miejsce poboru: Leluchów  
Próba nr: PL 3  
Głębokość poboru: 4,00 m  
Rodzaj gruntu: Gлина zwięzła + okruchy zwięzłego piaskowca  
Stan konsystencji: tp/pl  
Wilgotność naturalna: 17,33%



Rodzaj próbki: próbka o naruszonej strukturze  
próbka o naturalnej wilgotności

Metoda badania: standardowa wg PN-88/B-04481  
Data badania: kwiecień 2004 rok

kąt tarcia wewnętrznego:  $\phi_u$  - 15,4 [°]  
spójność:  $c_u$  - 32,7 [kPa]

**STAROSTA NOWOSĄDECKI**

Stwierdzam  
zgodność kserokopii z oryginałem

Nowy Sącz, dnia 2024 - 11 - 29

podpis: Z up. STAROSTY

mgr inż. Laura Lichon-Głowczyk  
GEOLOG POWIATOWY