



GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

Dla zadania

„Budowa centrum kultury wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną i zagospodarowaniem terenu na dz. nr 3158/4 w Dynowie przy ul. Ks. Józefa Ożoga”

ZLECENIODAWCA		
OPRACOWANIE	mgr inż. Dominik Bryl	
	Upr. nr VII-1937	
	mgr inż. Jarosław Brzeżawski	
	Upr. nr XIII – 0110 nr VII- 2168	
	mgr inż. Adrianna Wojnarowska	
	Upr. nr XIII – 0132 nr VII - 2149	
	mgr inż. Kamil Pelc	
	Upr. nr XIII – 0181 nr VII-2186	

Spis treści

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA	1
Spis treści	2
1. OPINIA GEOTECHNICZNA	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Położenie i rzeźba terenu	3
1.3. Warunki gruntowe i wodne.....	3
1.4. Przydatność gruntów na potrzeby budownictwa	4
2. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	5
2.1. Wstęp	5
2.3. Zakres wykonanych prac.....	6
2.4. Charakterystyka terenu	7
2.4.1. Morfologia i hydrografia	7
2.4.2. Budowa geologiczna i hydrogeologia	7
2.4.3. Warunki hydrogeologiczne.....	7
2.5. Ocena geotechniczna	8
2.6. Wnioski i zalecenia	10
1. PROJEKT GEOTECHNICZNY	12
1.1. Prognoza zmian właściwości gruntu w czasie.....	12
1.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych	12
1.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń	12
1.4. Określenie oddziaływań od gruntu.....	12
1.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego	12
1.6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego	12
1.7. Ustalenie danych do zaprojektowania drogi/posadowienia budynku	13
1.8. Wykonawstwo robót ziemnych	13
1.9. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt.....	13
1.10. Monitoring projektowanego obiektu.....	13
2. ZAŁĄCZNIKI	13

1. OPINIA GEOTECHNICZNA

1.1. Wstęp

Badania wykonano dla ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej budowy centrum kultury wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną i zagospodarowaniem terenu na dz. nr 3158/4 w Dynowie, przy ul. Ks. Józefa Ożoga, gm. Dynów, pow. rzeszowski, woj. podkarpackie. Opinię sporządzono celem określenia warunków gruntowo-wodnych oraz oceny przydatności gruntów dla potrzeb budownictwa w miejscu projektowanej inwestycji.

1.2. Położenie i rzeźba terenu

Teren przewidziany do badań znajduje się na działce nr 3158/4 położonej w zachodniej części Dynowa. Obszar przeznaczony pod inwestycję jest częściowo zagospodarowany, nieużytkowany i uzbrojony w sieci.

1.3. Warunki gruntowe i wodne

Do głębokości wykonanych wierceń podłoże gruntowe buduje wierzchnia warstwa gleby oraz utworów antropogenicznych w postaci nasypu niekontrolowanego. Przykrywa ona strop utworów czwartorzędowych, pochodzenia deluwialnego, wykształconych w postaci pyłów, glin pylastych, glin pylastych zwięzłych, glin zwięzłych. Lokalnie występują grunty próchnicze, wykształcone w postaci glin próchniczych. Niższe warstwy tworzą utwory trzeciorzędowe, do których stropu nie dowiecono się.

Budowa geologiczna determinuje zróżnicowanie wodonośności różnych struktur geologicznych i wydzielenie użytkowych poziomów wodonośnych. Podczas wykonywania prac stwierdzono występowanie zwierciadła wód gruntowych oraz nieregularnych sączeń, których poziom przedstawiony został w Tabeli 1. Sączenia mogą mieć charakter okresowy i być związane z infiltracją wód opadowych i/lub roztopowych.

Tabela 1. Zestawienie poziomu zwierciadła wód gruntowych.

Nr otworu	Współrzędne geodezyjne		Rzędna otworu [m n.p.m.]	Rzędna nawierconego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.]	Rzędna ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.]	Rzędna sączeń [m n.p.m.]
	X	Y				
1	5520497,773	7587868,319	261,85	256,35	259,65	261,35
2	5520507,031	7587893,672	260,51	-	256,91	260,01
3	5520479,497	7587889,569	262,12	-	257,12	261,82
4	5520451,996	7587880,899	264,03	-	261,83	262,33
5	5520454,540	7587910,383	262,15	-	260,05	259,65

1.4. Przydatność gruntów na potrzeby budownictwa

Pod względem przydatności na potrzeby budownictwa grunty dzieli się na:

- nośne – reprezentowane przez grunty zaliczane do warstwy geotechnicznej IIa, IIb oraz IIc,
- o obniżonej nośności – reprezentowane przez grunty zaliczane do warstwy geotechnicznej IIc oraz I.

2. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

2.1. Wstęp

Badania wykonano dla ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej budowy centrum kultury wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną i zagospodarowaniem terenu na dz. nr 3158/4 w Dynowie, przy ul. Ks. Józefa Ożoga, gm. Dynów, pow. rzeszowski, woj. podkarpackie. Opinię sporządzono celem określenia warunków gruntowo-wodnych oraz oceny przydatności gruntów dla potrzeb budownictwa w miejscu projektowanej inwestycji.

2.2. Materiały wykorzystane

Opinie sporządzono na podstawie poniższych materiałów:

- mapa geologiczna Polski, w skali 1:50 000,
- plan sytuacyjno-wysokościowy, w skali 1:500,
- PN-81/B-04450 – grunty budowlane – badania polowe,
- PN-81/B-04482 – grunty budowlane – badania makroskopowe,
- PN-86/B-02480 – grunty budowlane – klasyfikacja,
- PN-81/B-03020 – grunty budowlane – posadowienie bezpośrednie budowli, obliczenia statyczne i projektowanie,
- Normy Geotechniczne,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. – w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych,
- materiały archiwalne,
- wiercenia penetracyjne.

2.3. Zakres wykonanych prac

W miejscach wskazanych przez projektanta wykonano 5 otworów badawczych do głębokości 8,5 m od p.t. Ponadto wykonano 4 sondowania statyczne CPTU do głębokości 8,5 m od p.t. W przypadku osiągnięcia krytycznych wartości oporu na stożku sondy, sondowanie zostało przerwane.

Wiercenia w terenie wytyczono metodą GPS. Współrzędne geograficzne punktów badawczych podano w dowiązaniu do Państwowej Sieci Geodezyjnej układu 2000 oraz układu odniesienia PL-EVRF2007-NH (rządne wysokościowe). Wyniki pomiarów współrzędnych geodezyjnych otworów badawczych zostały przedstawione w Tabeli 2.

Tabela 2. Współrzędne geograficzne

	X	Y	H [m n.p.m.]
1	5520497,773	7587868,319	261,85
2	5520507,031	7587893,672	260,51
3	5520479,497	7587889,569	262,12
4	5520451,996	7587880,899	264,03
5	5520454,540	7587910,383	262,15
CPTU 1	5520502.046	7587880.888	261.19
CPTU 2	5520479.487	7587889.546	262.11
CPTU 3	5520452.024	7587880.869	264.05
CPTU 4	5520454.500	7587910.349	262.17

Wiercenia wykonano wiertnicą mechaniczną przy użyciu świda ślimakowego o średnicy 88 mm. W trakcie wierceń pobierano próby do terenowej analizy makroskopowej określając genezę, litologię, wilgotność i stan gruntu.

Na podstawie uzyskanych wyników opracowano:

- mapę lokalizacji odwiertów,
- profile geotechniczne,
- przekroje geotechniczne
- sprawozdanie z sondowania statycznego CPTU.

Całość wraz z oceną geotechniczną oraz wnioskami i zaleceniami zestawiono w części tekstowej.

2.4. Charakterystyka terenu

2.4.1. Morfologia i hydrografia

Miejsce badań znajduje się w Dynowie przy ul. Ks. Józefa Ożoga, gm. Dynów, powiat rzeszowski, woj. podkarpackie na działkach nr 3158/4. Gmina położone jest na Pogórzu Karpackim w części Pogórza Dynowskiego, stanowiącego pod względem fizyczno-geograficznym część Prowincji Karpat Zachodnich, podprowincji zewnętrznych Karpat Zachodnich, makroregionu Pogórza Środkowobeskidzkiego.

Główną oś hydrograficzną stanowi rzeka San wraz z lokalnymi dopływami, która determinuje stosunki wodne na terenie gminy. Rzeka tworzy w tym regionie rozległą dolinę z poziomami tarasowymi, nieckami bezodpływowymi i fragmentami starorzeczy. Odgrywa ona decydującą rolę w morfologii oraz hydrografii obszaru gminy.

2.4.2. Budowa geologiczna i hydrogeologia

Do głębokości wykonanych wierceń podłoże gruntowe buduje wierzchnia warstwa gleby oraz utworów antropogenicznych w postaci nasypu niekontrolowanego. Przykrywa ona strop utworów czwartorzędowych, pochodzenia deluwialnego, wykształconych w postaci pyłów, glin pylastych, glin pylastych zwięzłych, glin zwięzłych. Lokalnie występują grunty próchnicze, wykształcone w postaci glin próchniczych. Niższe warstwy tworzą utwory trzeciorzędowe, do których stropu nie dowiercono się.

2.4.3. Warunki hydrogeologiczne

Budowa geologiczna determinuje zróżnicowanie wodonośności różnych struktur geologicznych i wydzielenie użytkowych poziomów wodonośnych. Podczas wykonywania prac stwierdzono występowanie zwierciadła wód gruntowych oraz nieregularnych sączeń, których poziom przedstawiony został w Tabeli 3. Sączenia mogą mieć charakter okresowy i być związane z infiltracją wód opadowych i/lub roztopowych.

Tabela 3. Zestawienie poziomu zwierciadła wód gruntowych.

Nr otworu	Współrzędne geodezyjne		Rzędna otworu [m n.p.m.]	Rzędna nawierconego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.]	Rzędna ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.]	Rzędna sączeń [m n.p.m.]
	X	Y				
1	5520497,773	7587868,319	261,85	256,35	259,65	261,35
2	5520507,031	7587893,672	260,51	-	256,91	260,01
3	5520479,497	7587889,569	262,12	-	257,12	261,82
4	5520451,996	7587880,899	264,03	-	261,83	262,33
5	5520454,540	7587910,383	262,15	-	260,05	259,65

2.5. Ocena geotechniczna

Za cechę wiodącą przyjęto dla gruntów sypkich uziarnienie, zaś dla gruntów spoistych – stopień plastyczności.

Wydzielono **II warstwy geotechniczne**:

- **I warstwa geotechniczna** reprezentuje grunty organiczne i niebudowlane, o zawartości substancji organicznej powyżej 5%. **Warstwa I** to gleby i nasypy niebudowlane. Dla tej warstwy nie określa się parametrów fizyko-mechanicznych.
- **II warstwa geotechniczna** reprezentuje grunty spoiste, pochodzenia deluwialnego. Wydzielono podwarstwy ze względu na stopień plastyczności:

IIa – pyły/ gliny pylaste/ gliny pylaste zwięzłe/ gliny zwięzłe twardoplastyczne, $I_L=0,16$,

IIb – pyły/ gliny pylaste/ gliny pylaste zwięzłe/ gliny zwięzłe/ gliny pylaste próchnicze/ gliny próchnicze twardoplastyczne, $I_L=0,24$,

IIc – pyły/ gliny pylaste/ gliny zwięzłe/ gliny piaszczyste plastyczne, $I_L=0,35$,

IId – pyły/ gliny pylaste/ gliny pylaste zwięzłe miękko plastyczne, $I_L=0,54$.

Parametry geotechniczne określono zgodnie z PN-81/B-03020 metodą B i C pkt. 3.2 wyznaczając je na podstawie wierceń, sondowań statycznych CPTU, materiałów archiwalnych i normowych zależności korelacyjnych.

Tabela 4. Zestawienie uogólnionych wartości parametrów fizyko-chemicznych.

Wydzielenia geotechniczne				wg PN-81/B-03020						Interpretacja CPT-U			Kategoria gruntu
Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Stan gruntu I _L (I _D)	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	Edometryczny moduł ścisłości	Wilgotność naturalna	Zawartość frakcji organicznej	Wytrzymałość na ścinanie – interpretacja CPT-U	Edometryczny moduł ścisłości – interpretacja	Kąt tarcia wewnętrznego – interpretacja CPT-U	
			ρ ⁽ⁿ⁾ [t/m ³]										
I	Gb	-	-	-	-	-	-	-	>5%	-	-	-	-
IIa	Π, Gπ, Gπz, Gz	0,16	2,05	15,4	18,79	32,222	53,714	20	<5%	0,116	3,824	29,73	-
IIb	Π, Gπ, Gπz, Gz, Gπ _H , G _H	0,24	2,00	14,2	15,37	26,899	44,841	20	<5%	0,108	4,537	29,292	-
IIc	Π, Gπ, Gπz, Gp	0,32	2,00	12,9	12,73	22,659	37,773	22	<5%	0,079	4,399	27,451	-
IId	Π, Gπ, Gπz	0,54	1,95	9,4	7,87	14,478	24,134	26	<5%	0,053	3,653	25,016	-

2.6. Wnioski i zalecenia

Na podstawie uzyskanych wyników z wierceń, analizy makroskopowej gruntu, badań laboratoryjnych oraz materiałów archiwalnych stwierdza się, że w podłożu badanego terenu występują grunty niejednorodne reprezentowane przez:

- nośne – reprezentowane przez grunty zaliczane do warstwy geotechnicznej IIa, IIb oraz IIc,
- o obniżonej nośności – reprezentowane przez grunty zaliczane do warstwy geotechnicznej IIc oraz I.

W związku z powyższym zaleca się:

- Roboty ziemne wykonywać w okresie bezdeszczowym, wykopy zabezpieczyć przed dopływem wody, aby nie dopuścić do zawodnienia wykopów – ponieważ zalegające w podłożu grunty mogą się upłynnić, uplastyczyć w kontakcie z wodą,
- Po zwiększonych opadach/roztopach w podłożu gruntowym mogą pojawić się okresowe sączenia o charakterze nieregularnym, związane są z infiltracją wód opadowych lub roztopowych,
- Zaleca się wykonanie drenażu opaskowego wokół fundamentów,
- Wykonać izolacje pionową oraz poziomą fundamentów,
- Grunty nienośne oraz nasypowe wybrać, zastępując je podsypką żwirowo-piaszczystą lub chudym betonem do głębokości posadowienia,
- Przeanalizować wpływ warstw I oraz IIc na sposób posadowienia oraz bezpieczeństwo projektowanego budynku,
- W miejscu projektowanej inwestycji nie występują zagrożenia związane z rozwojem niekorzystnych procesów geodynamicznych,
- Stwierdzono występowanie zwierciadła wód gruntowych, którego poziom może wahać się w granicach +/- 1m,
- Nie generować drgań bezpośrednio na dnie wykopu, ze względu na tiksotropową charakterystykę gruntów zalegających w podłożu,
- Strefa przemarzania $H_z = 1,0$ m,

- Realizację zadania należy objąć stałym nadzorem geotechnicznym i geologicznym,
- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. – w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych projektowaną budowę proponuję zaliczyć do **II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.**

1. PROJEKT GEOTECHNICZNY

1.1. Prognoza zmian właściwości gruntu w czasie

Nie przewiduje się zmian właściwości gruntów w czasie. Jednakże w przypadku nawodnienia gruntów spoistych wodą, tak opadową jak i z ewentualnych sączeń może nastąpić ich uplastycznienie oraz zmniejszenie parametrów wytrzymałościowych.

1.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych gruntów poszczególnych warstw geotechnicznych przedstawiono w „Dokumentacji badań podłoża gruntowego”.

1.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń

Częściowe współczynnik bezpieczeństwa należy przyjąć zgodnie z Załącznikiem B do normy EN 1997 – 1: 2004.

1.4. Określenie oddziaływań od gruntu

Do oddziaływania od gruntu zalicza się ogólne oddziaływanie przekazywane na konstrukcję przez grunt. Takim oddziaływaniem będą ciężar gruntu i parcie gruntu od obciążeń naziomu.

1.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model podłoża gruntowego przy sprawdzaniu należy rozpatrywać w warunkach „z odpływem jak i w warunkach „bez odpływu”.

1.6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego

Nośność gruntu przedstawiono w projekcie konstrukcyjnym obiektu.

1.7. Ustalenie danych do zaprojektowania drogi/posadowienia budynku

Dane geotechniczne niezbędne do zaprojektowania posadowienia budynku podano w „Dokumentacji badań podłoża gruntowego”.

1.8. Wykonawstwo robót ziemnych

Roboty ziemne wykonywać zgodnie z normą PN-B-06050 „Geotechnika. Roboty ziemne”
Wykop fundamentowy należy zasypać w warstwach 25 – 30 cm, dokładnie dogęszczając.

1.9. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt

Stwierdzono występowanie zwierciadła wody gruntowej. Wykopy zabezpieczyć przed dopływem wody. Roboty prowadzić w okresie suchym.

1.10. Monitoring projektowanego obiektu

Dla projektowanego obiektu nie będzie wymagane prowadzenia monitoringu geodezyjnego.

2. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1. Mapa z lokalizacją badań.

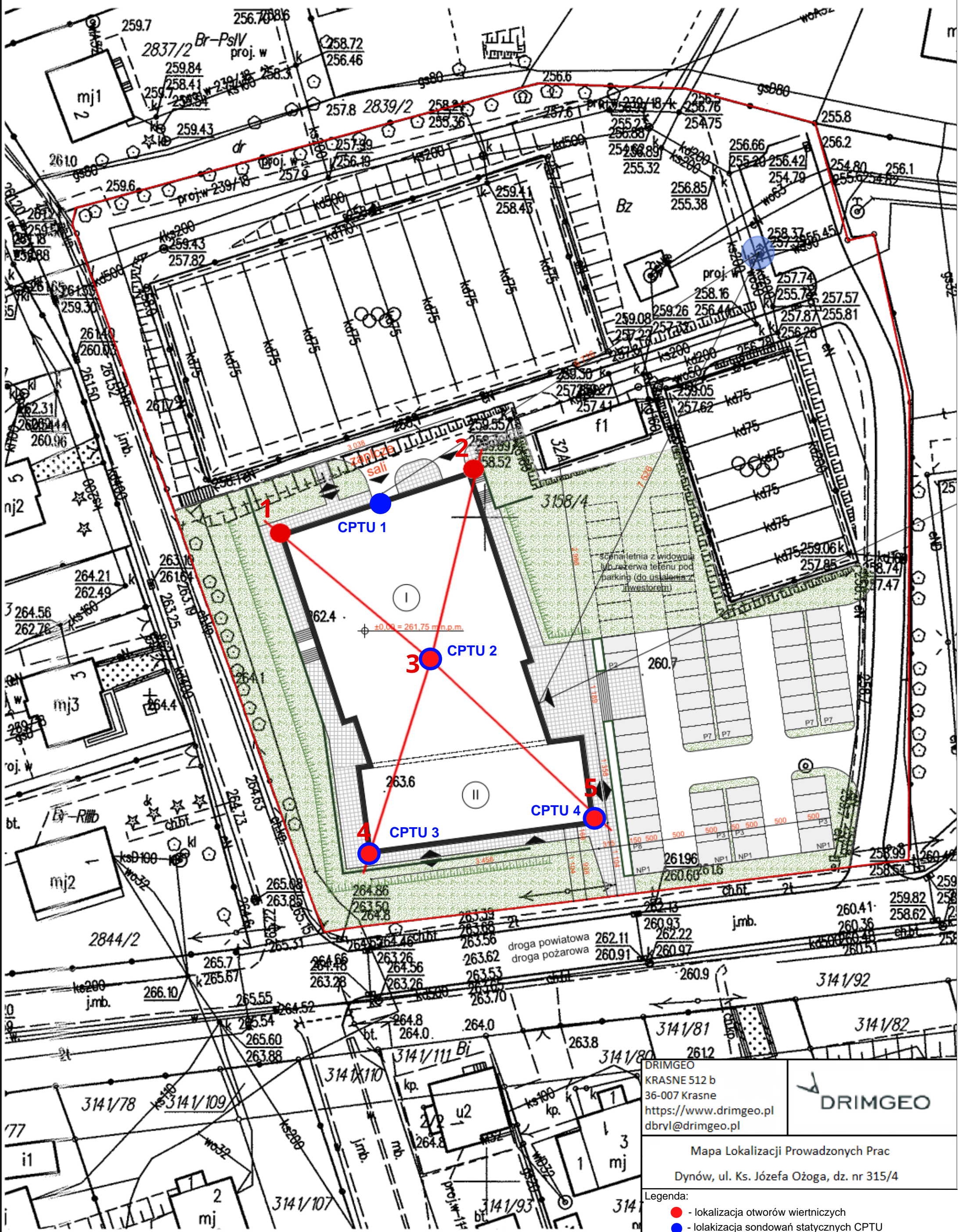
Załącznik 2. Profile geotechniczne.

Załącznik 3. Przekroje geotechniczne.

Załącznik 4. Sprawozdanie z sondowań statycznych CPTU.



ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE





KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.nr: 2-1

Profil numer 1

Wiertnica: WH-20os

Miejscowo : Dynów
Gmina: Dynów
Powiat: rzeszowski
Województwo: podkarpackie

Wiercenie: DRIMGEO

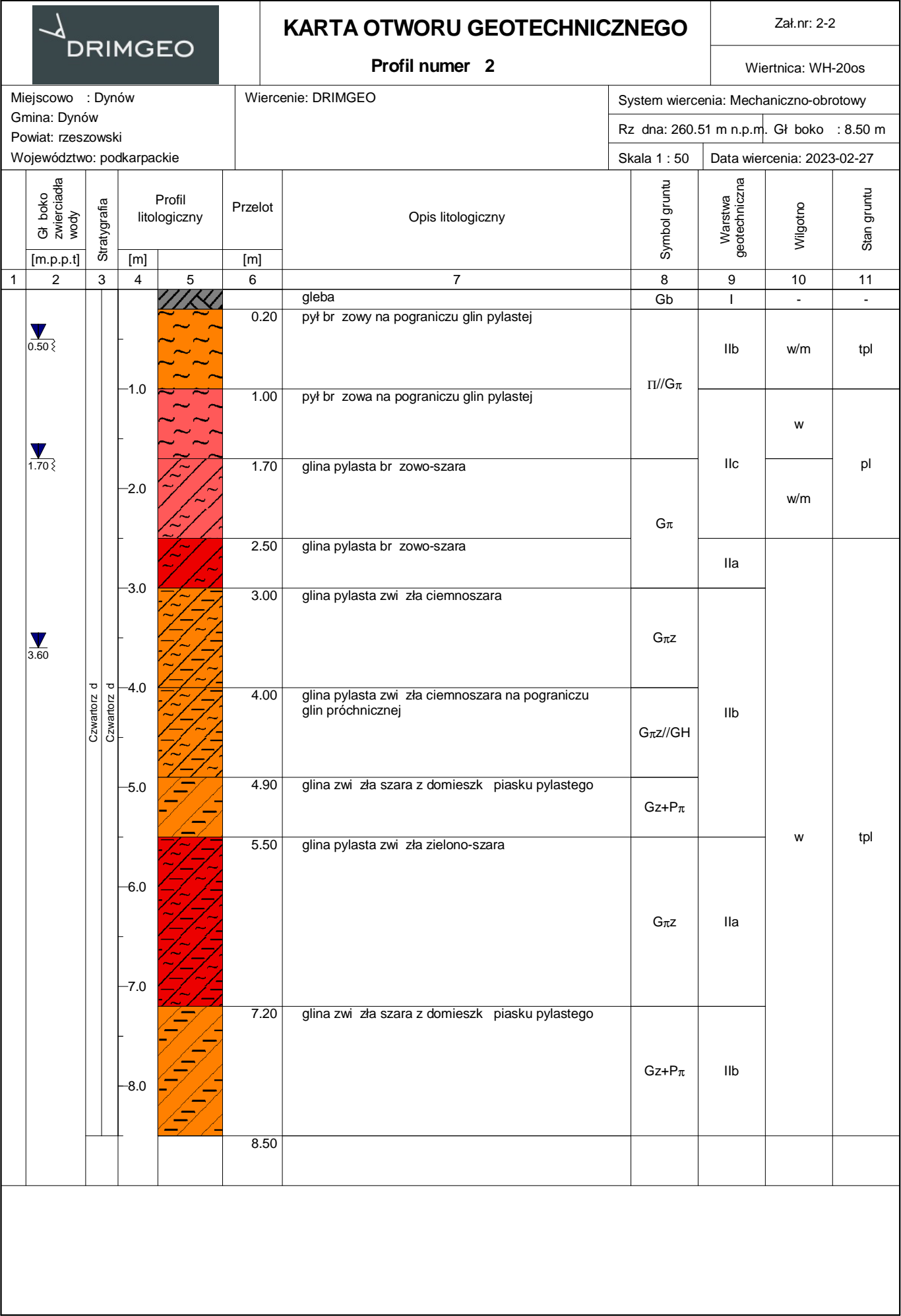
System wiercenia: Mechaniczno-obrotowy

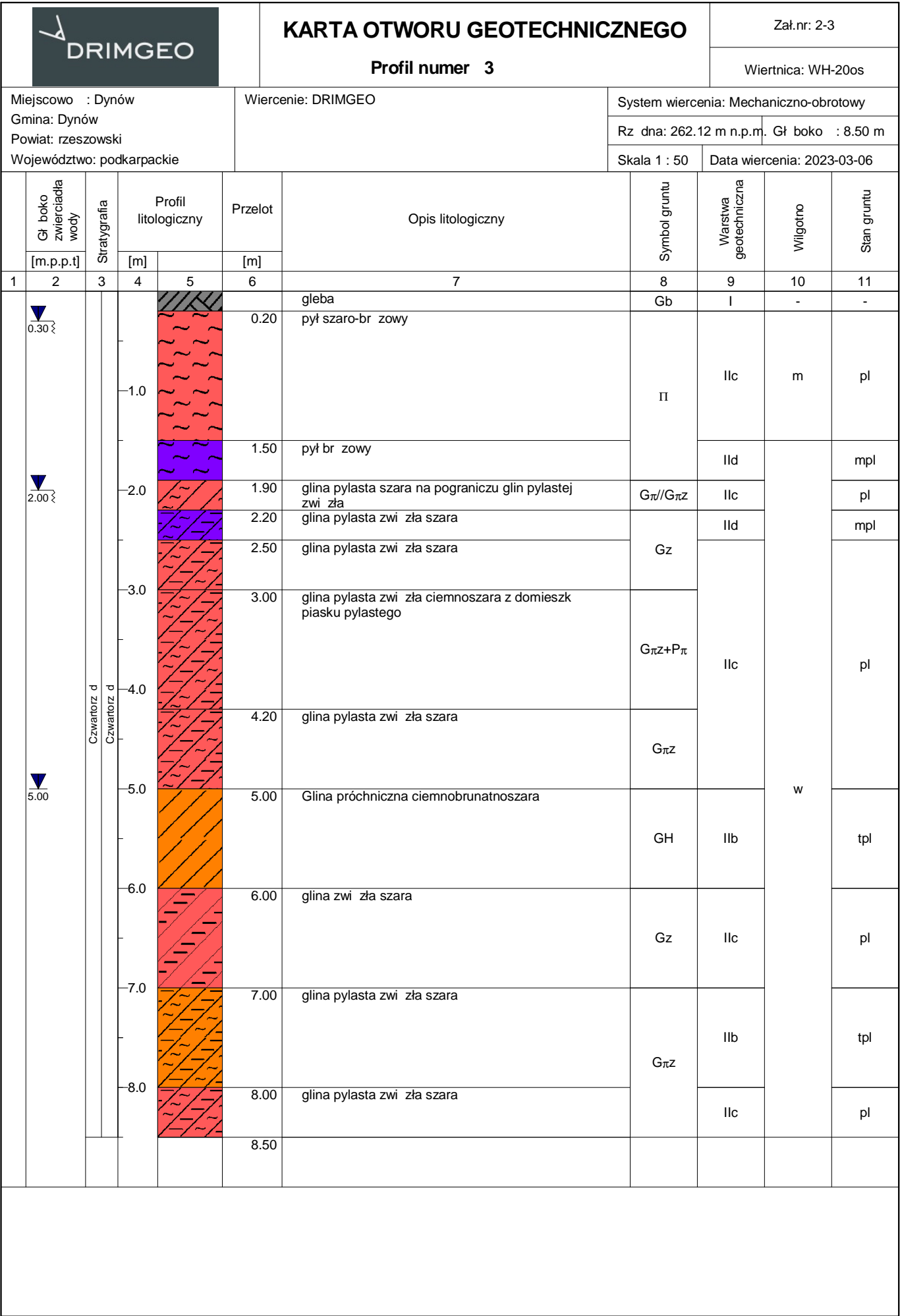
Rz dna: 261.86 m n.p.m. Gł boko : 8.50 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2023-02-27

1	Gł boko zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotno	Stan gruntu
			[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	▼ 0.50					gleba	Gb	I	-	-
					0.20	pył br zowy	II		w	
					0.50	glina pylasta szaro-br zowa	Gπ	IIb	w/m	tpl
					1.00	glina pylasta szaro-br zowa		IIc		pl
					1.80	glina pylasta br zowo-szara		IIb		
					2.50	pył szary na pograniczu glin pylastej	II//Gπ	IIa	w	tpl
					4.00	glina pylasta zwi zła szara	GπZ			
					4.60	Glina próchniczna ciemnoszara	GH	IIb		
					4.90	glina zwi zła szara	Gz			
					5.50	glina piaszczysta zwi zła szara przewarstwiona piaskiem pylastym	Gpz Pπ	IIc	m	pl
					5.80	glina pylasta zwi zła szara	GπZ	IIa	w	
					6.20	glina pylasta zwi zła zielono-szara				
					7.00	glina pylasta zwi zła zielono-szara z domieszk piasku pylastego	GπZ+Pπ	IIb	w/m	tpl
					7.50	glina zwi zła szara z domieszk piasku pylastego	Gz+Pπ		w	
					8.50					





Rysunek wykonano programem "GeoStar"



SPRAWOZDANIE Z SONDOWANIA **STATYCZNEGO CPTU**

Lokalizacja:

Dz. nr: 3158/4

Miejscowości: Dynów, ul. Ks. Józefa Ożoga

Gmina: Dynów

Powiat: rzeszowski

Województwo: podkarpackie

Spis treści

SPRAWOZDANIE Z SONDOWANIA STATYCZNEGO CPTU	1
Spis treści	2
1. WSTĘP	3
2. PRZEBIEG PRAC.....	3
3. INTERPRETACJA WYNIKÓW	4

1. WSTĘP

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie wyników sondowań statycznych CPTU przeprowadzonych na terenie planowanej inwestycji, zlokalizowanej na działce nr 3158/4 przy ul. Ks. Józefa Ożoga w Dynowie, gm. Dynów, pow. rzeszowski, woj. podkarpackie.

Zakres oraz lokalizacja sondowań zostały określone przez Zleceniodawcę. Przeprowadzono 4 sondowania statyczne do głębokości 8,5 m od p.t. W przypadku osiągnięcia krytycznych wartości oporu na stożku sondy, sondowanie zostało przerwane.

Sondowania w terenie wytyczono metodą GPS. Współrzędne punktów badawczych podano w układzie współrzędnych płaskich PUWG 2000 strefa 7 oraz w układzie wysokościowym PL-EVRF2007-NH. Wyniki pomiarów współrzędnych geodezyjnych sondowań statycznych zostały przedstawione w Tabeli 1.

Tabela 1. Współrzędne punktów badawczych

Nr otworu	Współrzędne geodezyjne Układ odniesienia „2000”		
	X	Y	H [m n.p.m.]
CPTU 1	5520502.046	7587880.888	261.19
CPTU 2	5520479.487	7587889.546	262.106
CPTU 3	5520452.024	7587880.869	264.048
CPTU 4	5520454.500	7587910.349	262.17

2. PRZEBIEG PRAC

Sondowania statyczne wykonano przy zastosowaniu urządzenia hydraulicznego PAGANI TG 63-200 o maksymalnej sile nacisku 200 KN, z zastosowaniem stożka elektrycznego z możliwością pomiaru ciśnienia porowego. Badania zostały wykonane zgodnie z międzynarodowym standardem (Swedish standard, Dutch Standard, ISSMFE) oraz wymogami normy: PN-B-04452:2022 Geotechnika. Badania polowe.

Sondowanie statyczne to metoda badawcza w której zastosowanie znajduje stożek piezoelektryczny. Badanie polega na wciskaniu sondy (stalowa żerdź zakończona odpowiednią końcówką wyposażoną w elektroniczne układy miernicze) w podłoże gruntowe ze stałą

prędkością około 2 cm/s. Koniec sondy o kołowym przekroju jest zakończony stożkiem o kącie rozwarcia równym 60 stopni zaś jego powierzchnia wynosi 10 - 15 cm².

W trakcie wprowadzania stożka piezoelektrycznego w podłoże gruntowe, mierzone są następujące podstawowe parametry:

- siłę oporu penetracji względem powierzchni końcówki stożka – q_c ,
- siłę tarcia względem powierzchni bocznej końcówki (tuleja cierna) znajdującej się bezpośrednio za końcówką stożka – f_s ,
- ciśnienie porowe generowane na powierzchni stożka w trakcie penetracji – u_2 .

Pomiar dokonywany jest metodą elektroniczną, a sam wynik pomiaru z końcówki sondy przekazywany jest do specjalnego odbiornika, co pozwala na bezpośrednie, tj. w czasie rzeczywistym, wykreślenie trzech ciągłych krzywych przedstawiających mierzone wartości w zależności od głębokości penetracji.

3. INTERPRETACJA WYNIKÓW

Otrzymane bezpośrednio z badań wykresy parametrów sondowań zostały poddane wstępnej weryfikacji, polegającej na identyfikacji stref nagłych przyrostów oporu sondowania, które mogą mieć związek z pokonywaniem przez sondy lokalnych przeszkód oraz na wyodrębnieniu interwałów o podanych, możliwych do uśrednienia wartości parametrów sondowań-grupowanie danych do wydzielenia jednorodnych geotechnicznie warstw gruntu.

• *Klasyfikacja sondowanych gruntów*

Warstwom wydzielanym na podstawie analizy zmienności parametrów sondowania wstępnie przydzielono rodzaj gruntu zgodnie z klasyfikacją Robertsona (1990). Następnie kolejność profili poddano analizie pod kątem podstawowych parametrów sondowania, tj. oporu na stożku q_c , współczynnika tarcia R_f oraz nadwyżki ciśnienia porowego, na podstawie których dokonano korekty rodzaju gruntu. Ostateczną litologię przyjęto biorąc pod uwagę wyniki wierceń.

• *Stopień zagęszczenia (I_D)*

Stopień zagęszczenia gruntów sypkich I_D wyznaczono zgodnie z wytycznymi PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania Polowe:

$$ID = 0,709 \log q_c - 0,165$$

- **Stopień plastyczności (I_L)**

Stopień plastyczności gruntów spoistych I_L wyznaczono zgodnie z wytycznymi PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania Polowe:

$$I_L = 0,242 - 0,427 \log q_c - \text{grunty spoiste} - f_i > 30 \%$$

$$I_L = 0,518 - 0,653 \log q_c - \text{grunty spoiste} - f_i = 10 - 30 \%$$

$$I_L = 0,729 - 0,736 \log q_c - \text{grunty spoiste} - f_i < 10 \%$$

Z uwagi na użycie stożka piezoelektrycznego pomierzone wartości q_c przemnożono przez współczynnik β mieszczący się w przedziale 1,4 – 1,7. W uzasadnionych przypadkach dostosowano metodę obliczeń I_L do wyników wiercenń niezależnie od wyniku klasyfikacji gruntów

- **Kąt tarcia wewnętrznego (ϕ) oraz spójność (C')**

Kąt tarcia wewnętrznego ϕ oraz spójność C' wyznaczono wg normy PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania Polowe w oparciu o tabelę 2:

Tabela 2 Zależność między oporem stożka, stanem gruntu, a kątem tarcia wewn.

Opór stożka q_c [MPa]	Stan gruntu	Kąt tarcia wewnętrznego ϕ [°]
< 2,5	bardzo luźny	< 30
2,5 – 5,0	luźny	30 – 35
5,0 – 10,0	średnio zagęszczony	35 – 40
10,0 – 20,0	zagęszczony	40 – 45
> 20,0	bardzo zagęszczony	> 45

- **Efektywny kąt tarcia wewnętrznego (ϕ')**

Efektywny kąt tarcia wewnętrznego ϕ' dla gruntów drobnoziarnistych w oparciu Cone Penetration Testing in Geological Practice, T.Lunne, P.K. Robertson and J.J.M Powell, 1997, Figure 5.28, Page 70. Na podstawie PN-EN-1997-2:2009 Eurokod

Tabela 3 Tabela ze współczynnikiem „a” dla kąta tarcia wewnętrznego

Rodzaj gruntu/stan gruntu	mpl	pl	tpl	zw
Pg	5	10	20	40
G, Gp, Gπ	8	15	30	50
Gpz, Gz, Gπz	10	20	40	50
π	5	10	20	30

• **Edometryczny moduł ściśliwości dla gruntów gruboziarnistych (E_{oed})**

Wartość modułu ściśliwości dla gruntów gruboziarnistych oszacowano wg normy PN-EN-1997-2:2009 Eurokod 7 w oparciu o wzór:

$$(Mo) E_{oed} = q_c \times \alpha$$

gdzie:

- E_{oed} – moduł edometryczny
- Mo – moduł ściśliwości (ang. constrained modulus) wg literatury branżowej
- q_c – opór zagłębiania stożka
- α – współczynnik empiryczny zależny od rodzaju gruntu (Mitchell, Gardner, 1975 za Sikora Z., 2006) lub lokalnego doświadczenia (PN-EN-1997-2:2009; Tschuschke, 2006; Młynarek i in., 1997; Sikora, 2006; Lunne i in., 1997) określany w oparciu o tablicę D.2 (Tabela 12).

Tabela 4 Przykładowe wartości współczynnika α

Grunt	q_c	α
Ił niskoplastyczny	$q_c \leq 0,7 \text{ MPa}$	$3 < \alpha < 8$
	$0,7 < q_c \leq 2 \text{ MPa}$	$2 < \alpha < 5$
	$q_c \geq 2 \text{ MPa}$	$1 < \alpha < 2,5$
Pył niskoplastyczny	$q_c < 2 \text{ MPa}$	$3 < \alpha < 6$
	$q_c \geq 2 \text{ MPa}$	$1 < \alpha < 2$
Ił bardzo plastyczny Pył bardzo plastyczny	$q_c < 2 \text{ MPa}$	$2 < \alpha < 6$
	$q_c \geq 2 \text{ MPa}$	$1 < \alpha < 2$
Pył z dużą zawartością części organicznych	$q_c < 2 \text{ MPa}$	$2 < \alpha < 8$

Grunt	q_c	α
Torf i ił z dużą zawartością części organicznych	$q_c < 0,7 \text{ MPa}$	
	$50 < w \leq 100$	$1,5 < \alpha < 4$
	$100 < w \leq 200$	$1 < \alpha < 1,5$
	$w > 300$	$\alpha < 0,4$
Kredy	$2 < q_c \leq 3 \text{ MPa}$	$2 < \alpha < 4$
	$q_c > 3 \text{ MPa}$	$1,5 < \alpha < 3$
Piaski	$q_c < 5 \text{ MPa}$	$\alpha = 4$
	$q_c > 10 \text{ MPa}$	$\alpha = 5$

- **Edometryczny moduł ścisłości dla gruntów drobnoziarnistych (E_{eod})**

Wartość modułu ścisłości dla gruntów drobnoziarnistych oszacowano wg Kulhawy, Mayne, 1990 w oparciu o wzór:

$$(Mo) E_{oed} = 8 (q_t - \sigma_{vo})$$

gdzie:

- E_{oed} – moduł edometryczny
- Mo – moduł ścisłości (ang. constrained modulus) wg literatury branżowej
- q_t – opór zagłębienia stożka netto
- σ_{vo} – składowa pionowa pierwotnego naprężenia całkowitego

- **Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu (S_u)**

Wytrzymałość gruntów drobnoziarnistych na ścinanie w warunkach bez odpływu obliczono zgodnie z wytycznymi PN-B-04452:2002:

$$c_u = (q_c - \sigma_{vo}) / N_k$$

gdzie:

- c_u – wytrzymałość na ścinanie bez odpływu wg. PN-B-04452:2002. *Geotechnika. Badania Polowe* i literatury branżowej
- q_c – opór zagłębienia stożka
- σ_{vo} – składowa pionowa pierwotnego naprężenia całkowitego

□ N_k – współczynnik stożka

Wartość N_k wyznaczono na podstawie wzoru:

$N_k = 13,4 + 6,65 w_L$, przy czym wartość w_L jest wartością granicy płynności przyjmowaną wg tabeli własności typowych gruntów polskich (Wiłun 2013).

Przebieg sondowań wraz z interpretacją pokazano na kartach dokumentacyjnych sondowań (Załącznik nr 1-4). Zestawienie uśrednionych wartości parametrów geotechnicznych wyprowadzonych na podstawie sondowań CPTU:

CPTU 1

Strop	Spag	Nazwa	qc	fs	u	Rf	qt	SigmaVo	Bq	ID	IL	Su	Eoed	Fi
m	m		MPa	MPa	MPa	%	MPa	MPa				MPa	MPa	deg
0.00	0.20	Gleba	0.379	0.003	-0.0016	2.484	0.380	0.002	-233.0011					
0.20	0.50	Pył	2.484	0.048	-0.0388	1.907	2.476	0.006	-17.2490		0.275	0.154	4.720	31.21
0.50	2.10	Gлина pylasta	1.433	0.044	-0.0279	3.087	1.427	0.023	-29.8714		0.271	0.088	4.298	27.99
2.10	2.80	Gлина pylasta	0.791	0.024	-0.0412	3.043	0.782	0.044	-92.8577		0.442	0.046	3.163	24.47
2.80	4.90	Gлина pylasta zwięzła	1.142	0.030	-0.0422	2.623	1.133	0.069	-76.3535		0.332	0.066	3.882	26.73
4.90	5.60	Gлина pylasta zwięzła	1.379	0.053	0.0229	3.821	1.384	0.094	-22.2942		0.277	0.081	4.412	27.87
5.60	6.50	Gлина pylasta zwięzła	1.155	0.031	0.1368	2.692	1.184	0.109	64.4157		0.330	0.067	4.158	26.77
6.50	7.10	Gлина pylasta zwięzła	1.503	0.038	0.1759	2.479	1.540	0.122	74.2251		0.252	0.089	4.509	28.38
7.10	7.30	Gлина pylasta zwięzła	1.527	0.031	0.0834	2.007	1.545	0.129	8.7329		0.248	0.088	4.581	28.48
7.30	7.90	Gлина pylasta zwięzła	1.406	0.032	0.1748	2.186	1.443	0.137	76.2694		0.271	0.082	4.500	27.99
7.90	8.50	Gлина pylasta zwięzła	1.602	0.047	0.1852	2.896	1.641	0.147	71.3471		0.236	0.093	4.485	28.71

CPTU 2

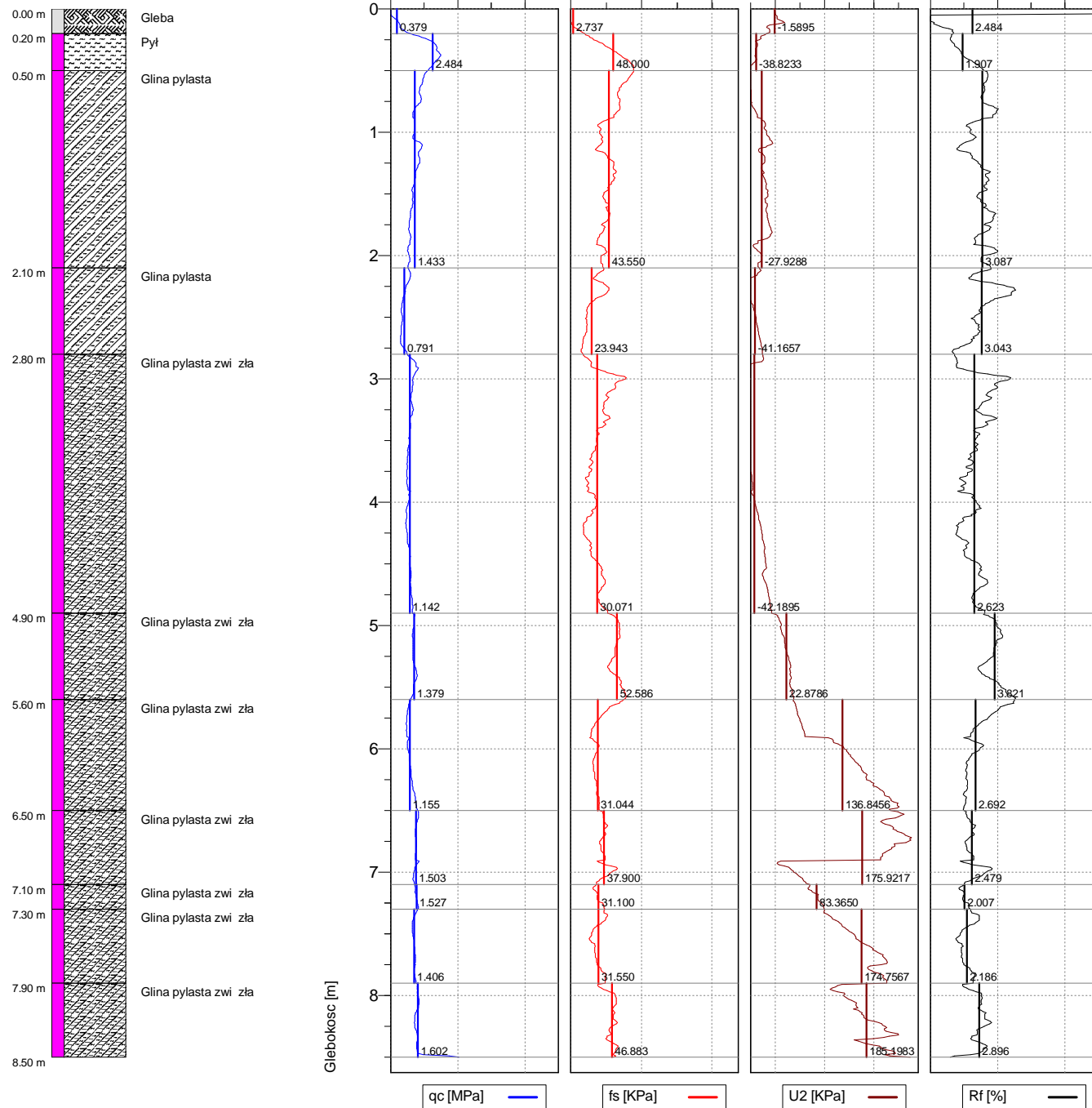
Strop	Spag	Nazwa	qc	fs	u	Rf	qt	SigmaVo	Bq	ID	IL	Su	Eoed	Fi
m	m		MPa	MPa	MPa	%	MPa	MPa				MPa	MPa	deg
0.00	0.20	Gleba	0.637	0.007	0.0001	4.300	0.637	0.002	104.9193					
0.20	1.50	Pył	1.593	0.043	-0.0212	2.771	1.589	0.015	-18.6287		0.416	0.098	4.780	28.63
1.50	1.90	Pył	0.896	0.023	0.0629	2.463	0.909	0.030	57.9621		0.600	0.055	3.583	25.25
1.90	2.20	Gлина pylasta	0.793	0.027	0.0523	3.358	0.804	0.037	43.9119		0.435	0.048	3.171	24.60
2.20	2.50	Gлина pylasta	0.628	0.013	0.1036	2.051	0.650	0.042	135.9945		0.506	0.038	2.512	23.14
2.50	2.80	Gлина pylasta	1.190	0.028	0.0168	2.431	1.194	0.047	-8.5240		0.321	0.072	4.403	26.97
2.80	3.00	Gлина pylasta	1.552	0.052	-0.0435	3.503	1.543	0.052	-50.4530		0.245	0.093	4.656	28.52
3.00	4.20	Gлина pylasta	1.027	0.030	-0.0150	2.897	1.024	0.065	-51.2380		0.361	0.060	3.904	26.13
4.20	6.00	Gлина pylasta zwięzła	1.281	0.051	0.0264	4.027	1.286	0.092	-19.5411		0.298	0.075	4.354	27.43
6.00	7.00	Gлина zwięzła	1.331	0.039	0.3179	2.850	1.398	0.117	205.2333		0.291	0.080	4.526	27.59
7.00	8.00	Gлина pylasta zwięzła	1.912	0.048	0.3397	2.417	1.983	0.135	147.0970		0.187	0.116	3.824	29.73
8.00	8.50	Gлина pylasta zwięzła	1.393	0.030	0.1761	2.135	1.430	0.148	73.4382		0.274	0.080	4.456	27.93


CPTU 3

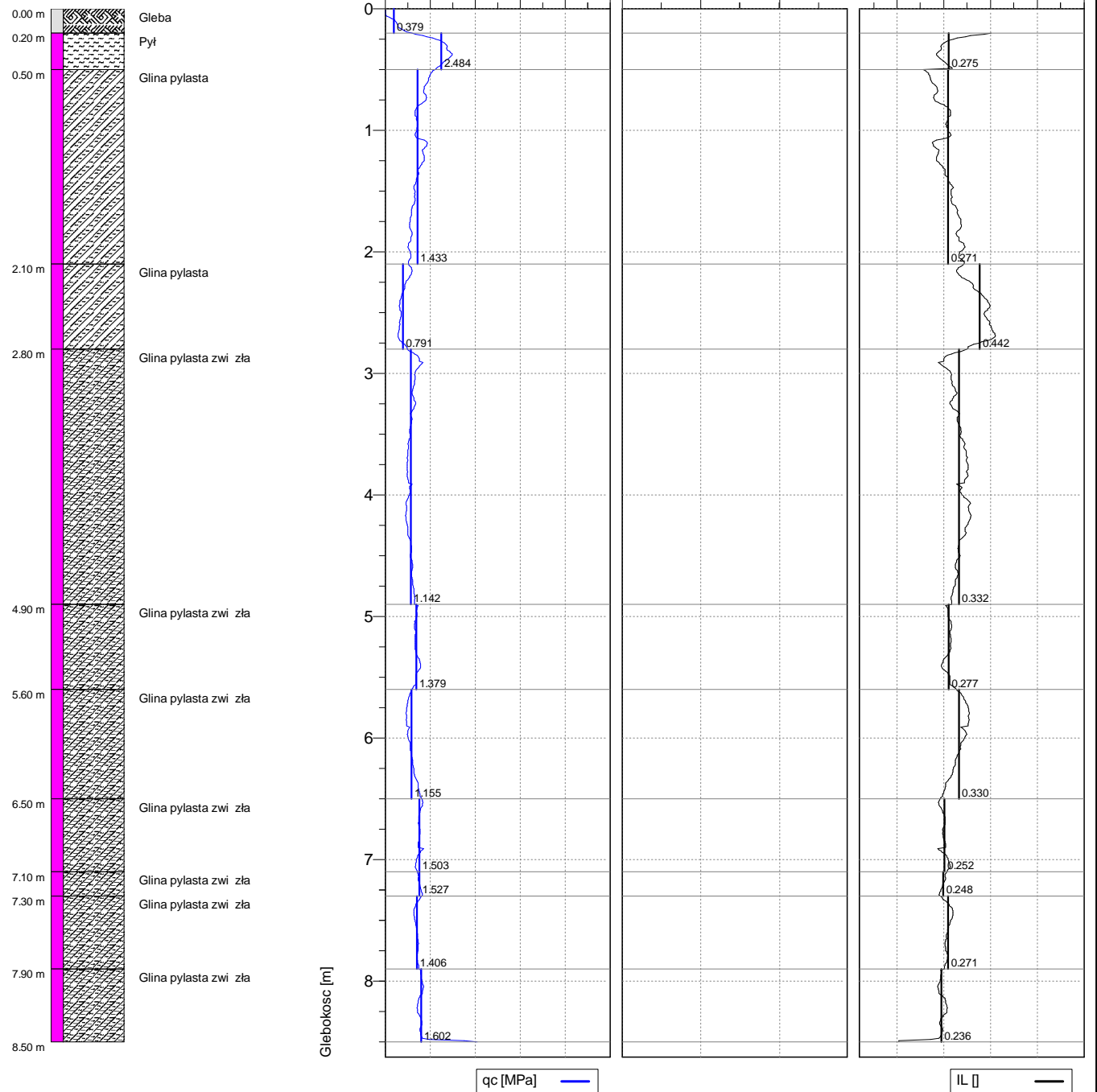
Strop	Spag	Nazwa	qc	fs	u	Rf	qt	SigmaVo	Bq	ID	IL	Su	Eoed	Fi
m	m		MPa	MPa	MPa	%	MPa	MPa				MPa	MPa	deg
0.00	0.20	Gleba	1.233	0.008	0.0081	2.111	1.235	0.002	194.3856					
0.20	1.00	Gлина pylasta	2.178	0.052	-0.0257	2.469	2.173	0.011	-15.4108		0.186	0.135	5.446	30.49
1.00	2.10	Pył	1.619	0.044	-0.0266	2.792	1.613	0.028	-26.5899		0.407	0.099	5.665	28.80
2.10	2.50	Gлина pylasta	0.934	0.029	-0.0113	3.090	0.932	0.041	-38.0219		0.414	0.056	4.203	25.58
2.50	2.90	Gлина pylasta	0.725	0.022	-0.0046	2.920	0.724	0.048	-46.3547		0.518	0.042	3.624	24.04
2.90	3.40	Gлина pylasta	1.385	0.043	-0.0316	3.111	1.379	0.056	-45.8475		0.298	0.083	4.848	27.79
3.40	4.10	Gлина pylasta	1.048	0.030	-0.0550	2.894	1.037	0.067	-95.8027		0.373	0.061	4.717	26.25
4.10	7.50	Gлина pylasta	1.213	0.041	0.0332	3.401	1.220	0.104	-23.4758		0.331	0.070	4.244	27.10
7.50	8.50	Gлина zwięzła z domieszką piasku pylastego	1.709	0.036	0.2271	2.096	1.757	0.144	96.7323		0.236	0.101	4.273	29.08

CPTU 4

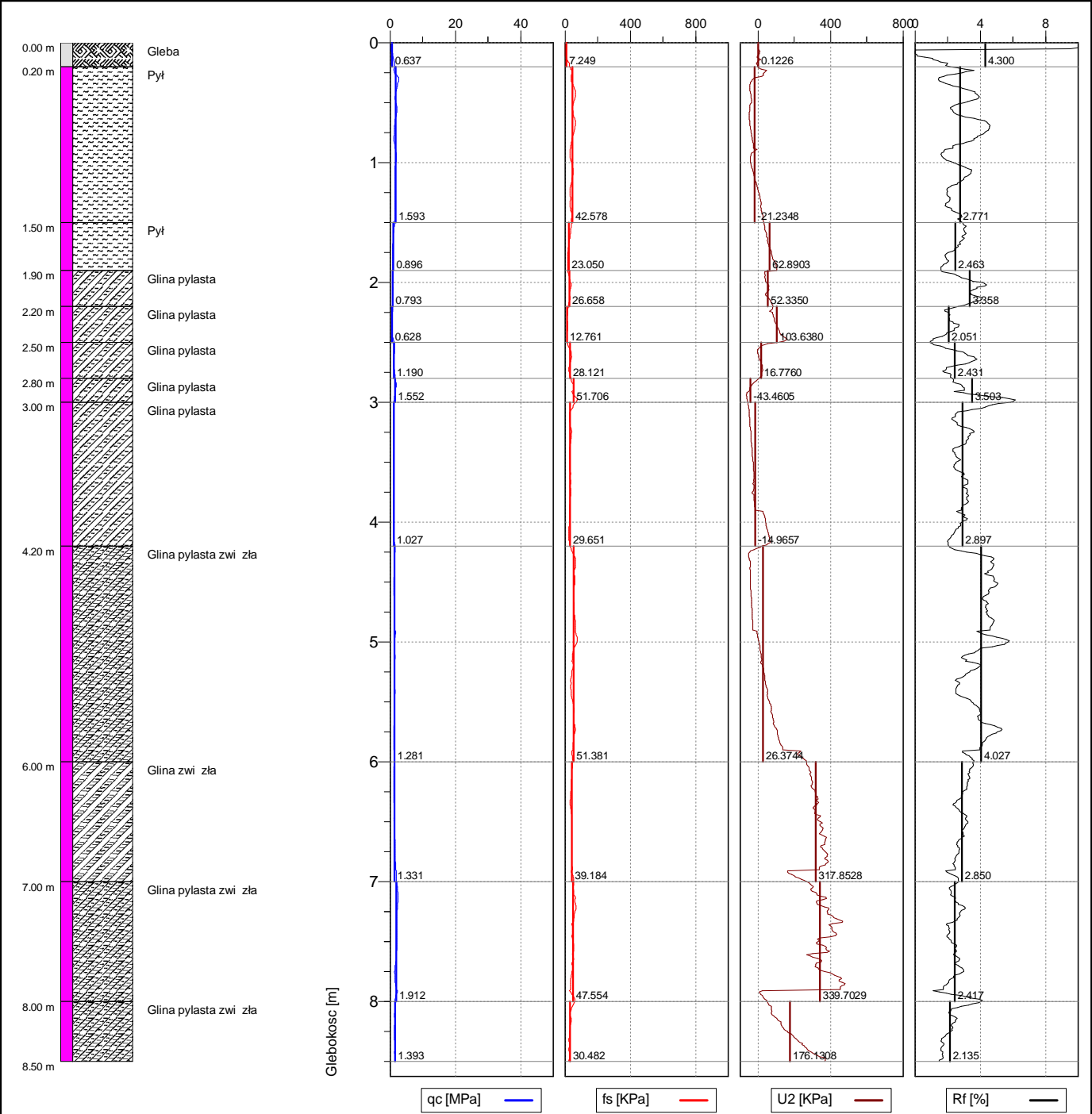
Strop	Spag	Nazwa	qc	fs	u	Rf	qt	SigmaVo	Bq	ID	IL	Su	Eoed	Fi
m	m		MPa	MPa	MPa	%	MPa	MPa				MPa	MPa	deg
0.00	0.20	Gleba	0.281	0.007	0.0110	4.430	0.283	0.002	275.2620					
0.20	0.50	Pył	1.737	0.047	-0.0317	2.756	1.730	0.006	-19.7259		0.388	0.108	4.342	29.15
0.50	0.80	Pył	1.171	0.033	-0.0252	2.786	1.165	0.011	-27.6505		0.511	0.072	4.097	26.89
0.80	1.10	Pył	1.805	0.040	-0.0035	2.319	1.804	0.017	-6.9192		0.375	0.112	4.693	29.39
1.10	2.90	Pył	0.989	0.024	0.0455	2.320	0.999	0.036	33.2570		0.573	0.060	4.451	25.76
2.90	3.90	Gлина pylasta	0.995	0.018	0.0647	1.813	1.009	0.061	31.8150		0.370	0.059	4.480	25.95
3.90	5.90	Gлина pylasta zwięzła	1.150	0.037	0.0061	3.246	1.151	0.088	-41.7687		0.330	0.066	4.600	26.77
5.90	8.51	Gлина zwięzła	1.244	0.032	0.0003	2.647	1.244	0.129	-63.6570		0.308	0.070	4.977	27.23



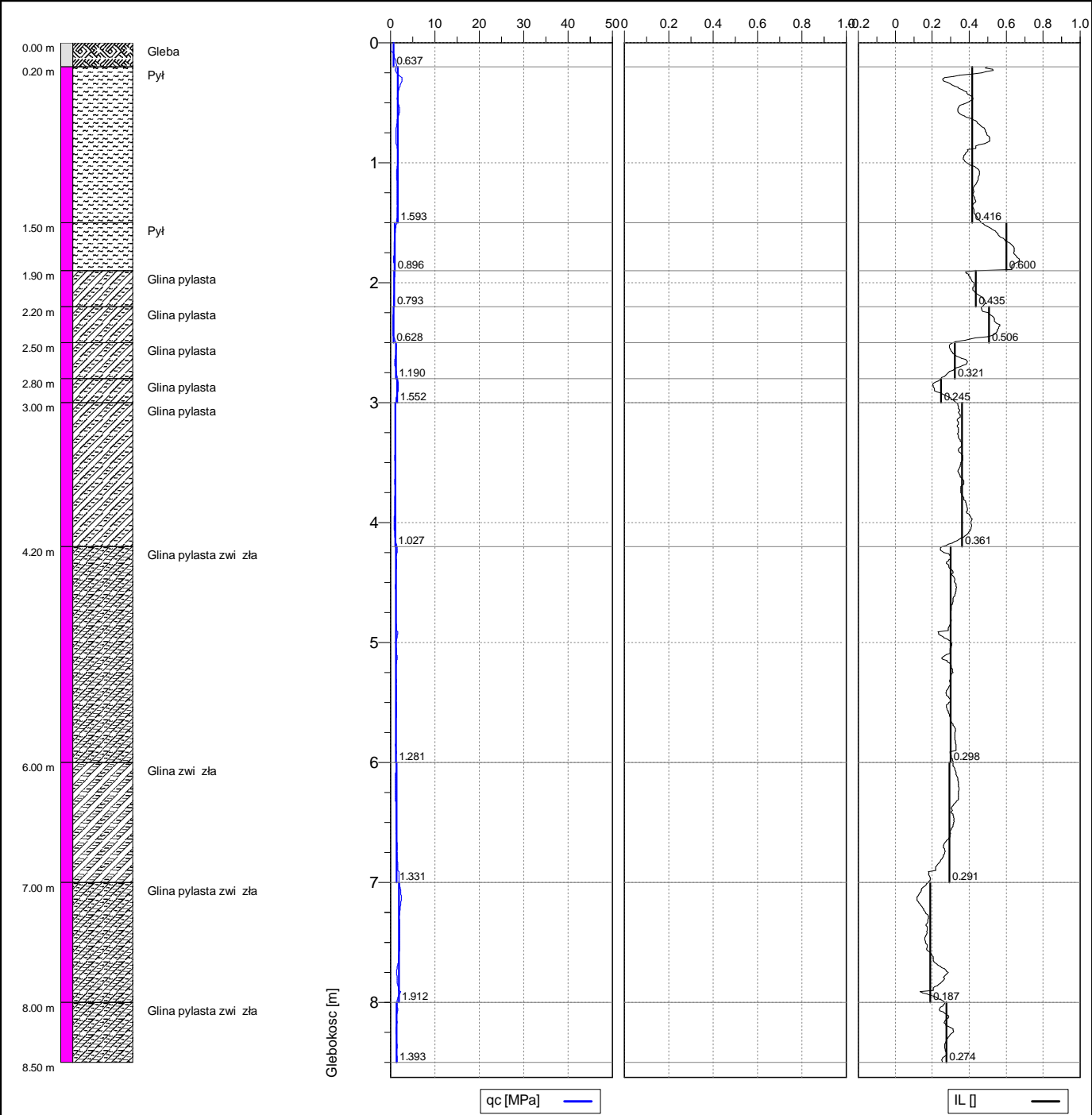
	Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu1	Nr sto ka P-C 001297
	Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
	Wykonawca DRIMGEO	Inwestor		Strona 1/3
	Lokalizacja	Współrz. dno X=5520502.05, Y=7587880.89, H=261.19		Zał.nr



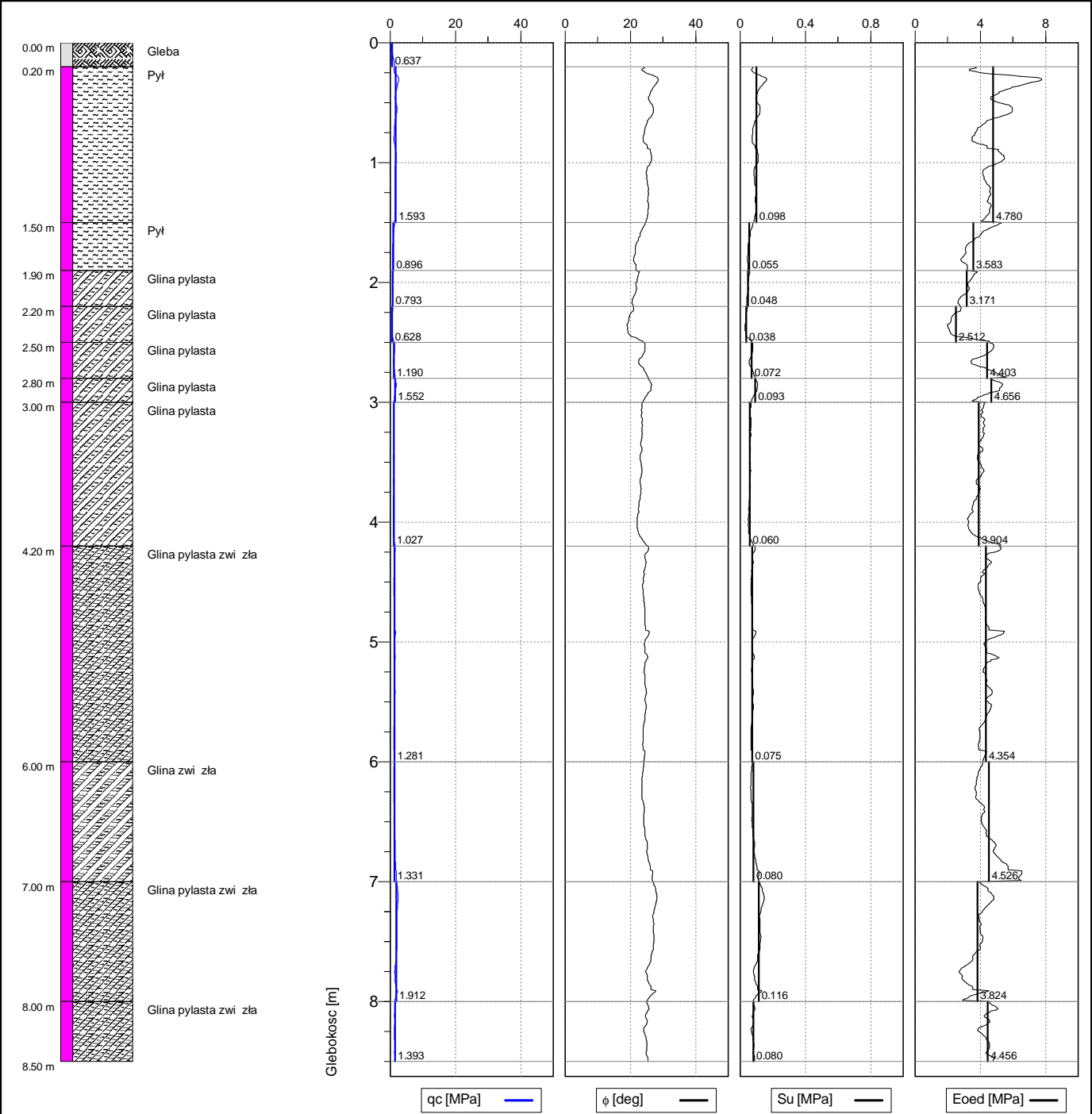




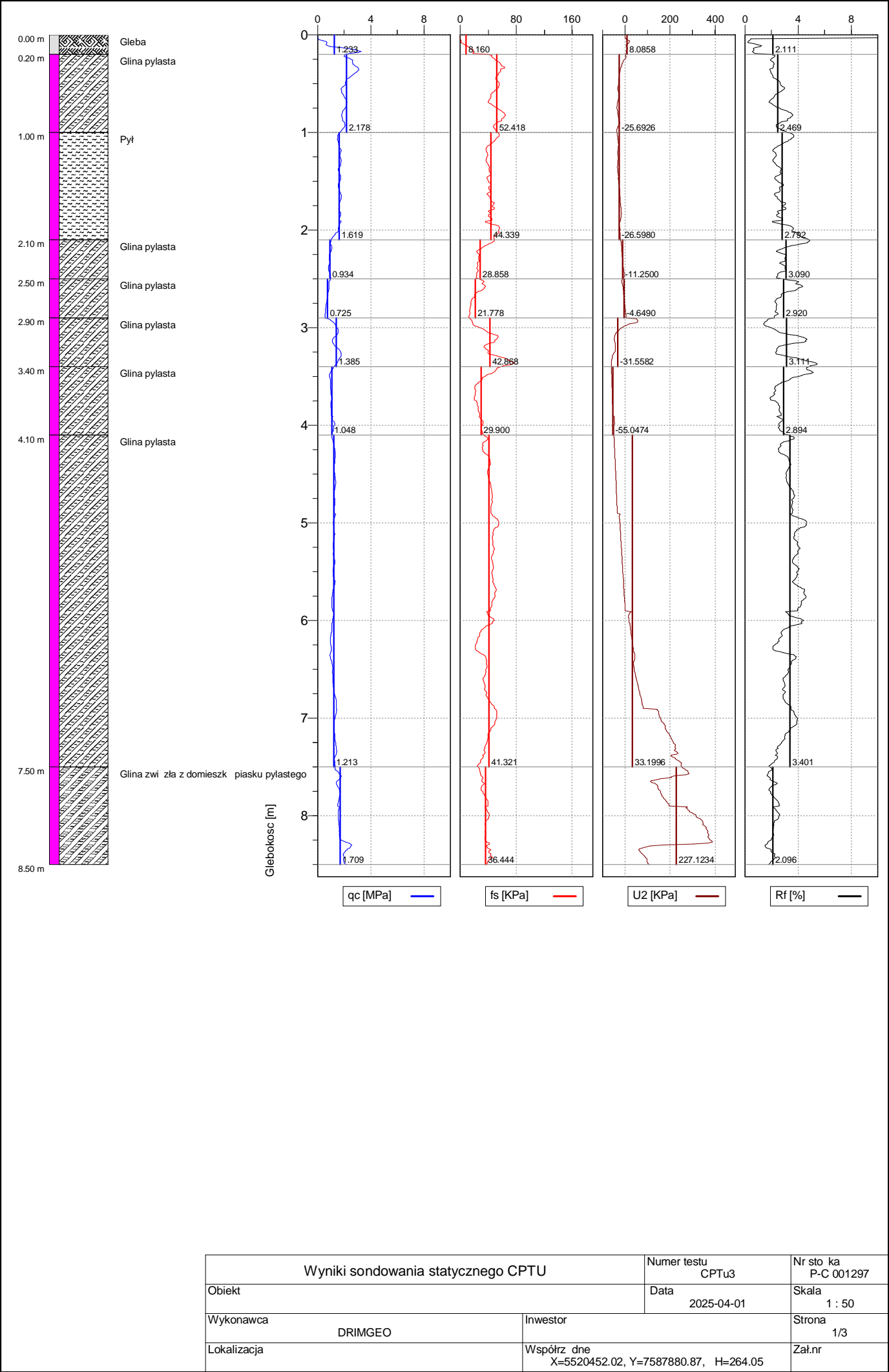
Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu2	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 1/3
Lokalizacja		Współrz. dno X=5520479.49, Y=7587889.55, H=262.11	

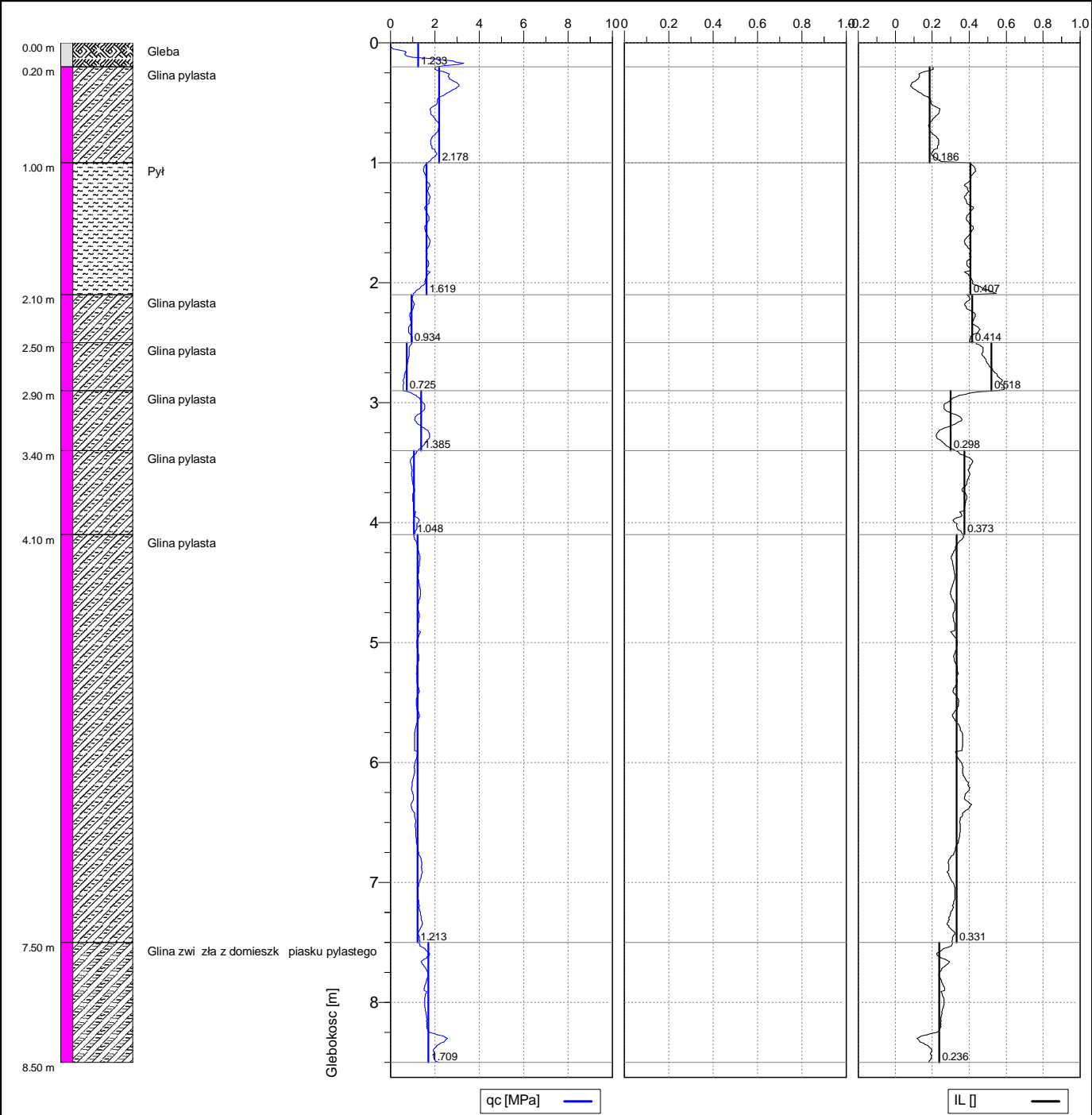


Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu2	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 2/3
Lokalizacja		Współrz dne X=5520479.49, Y=7587889.55, H=262.11	

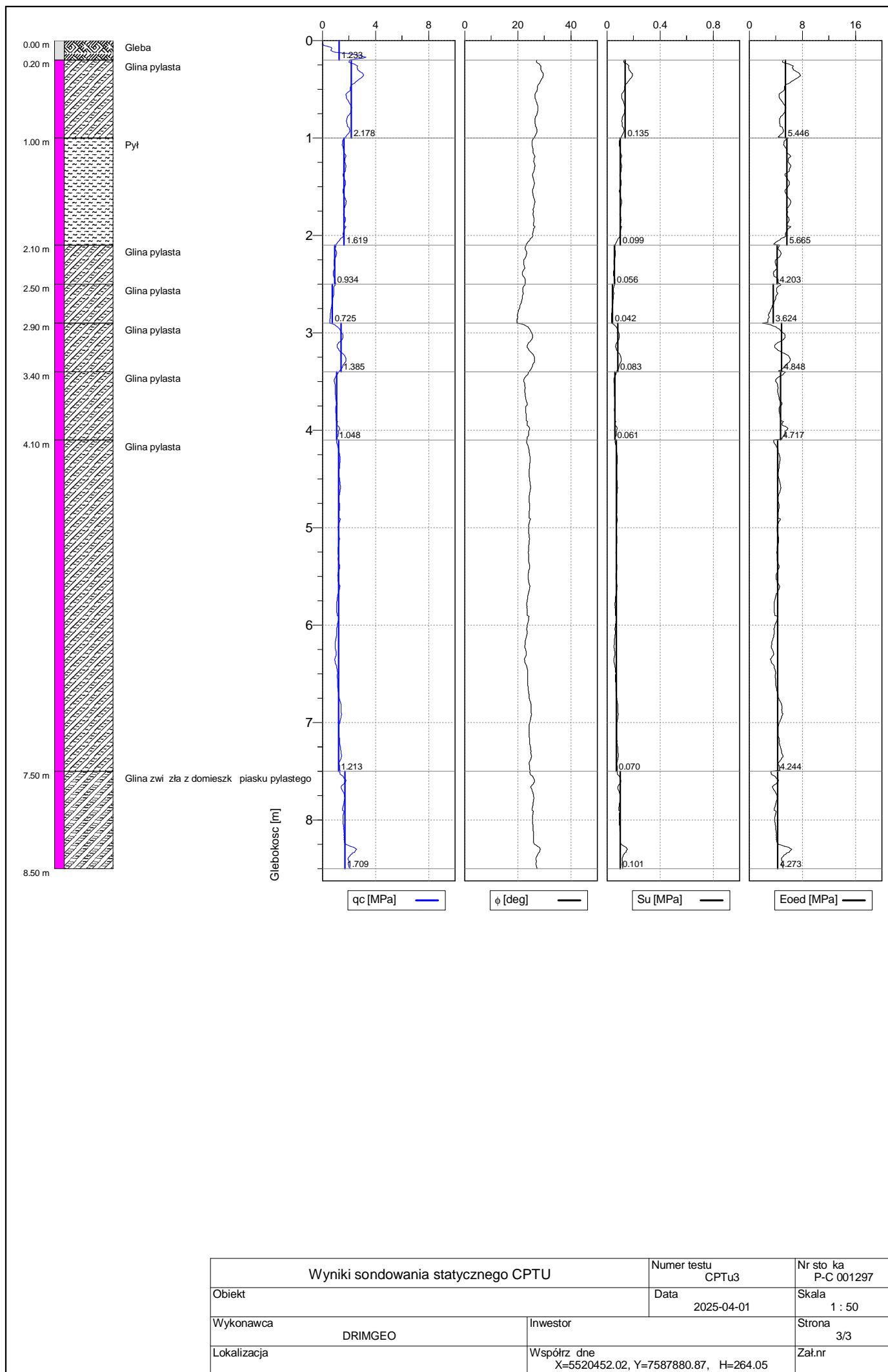


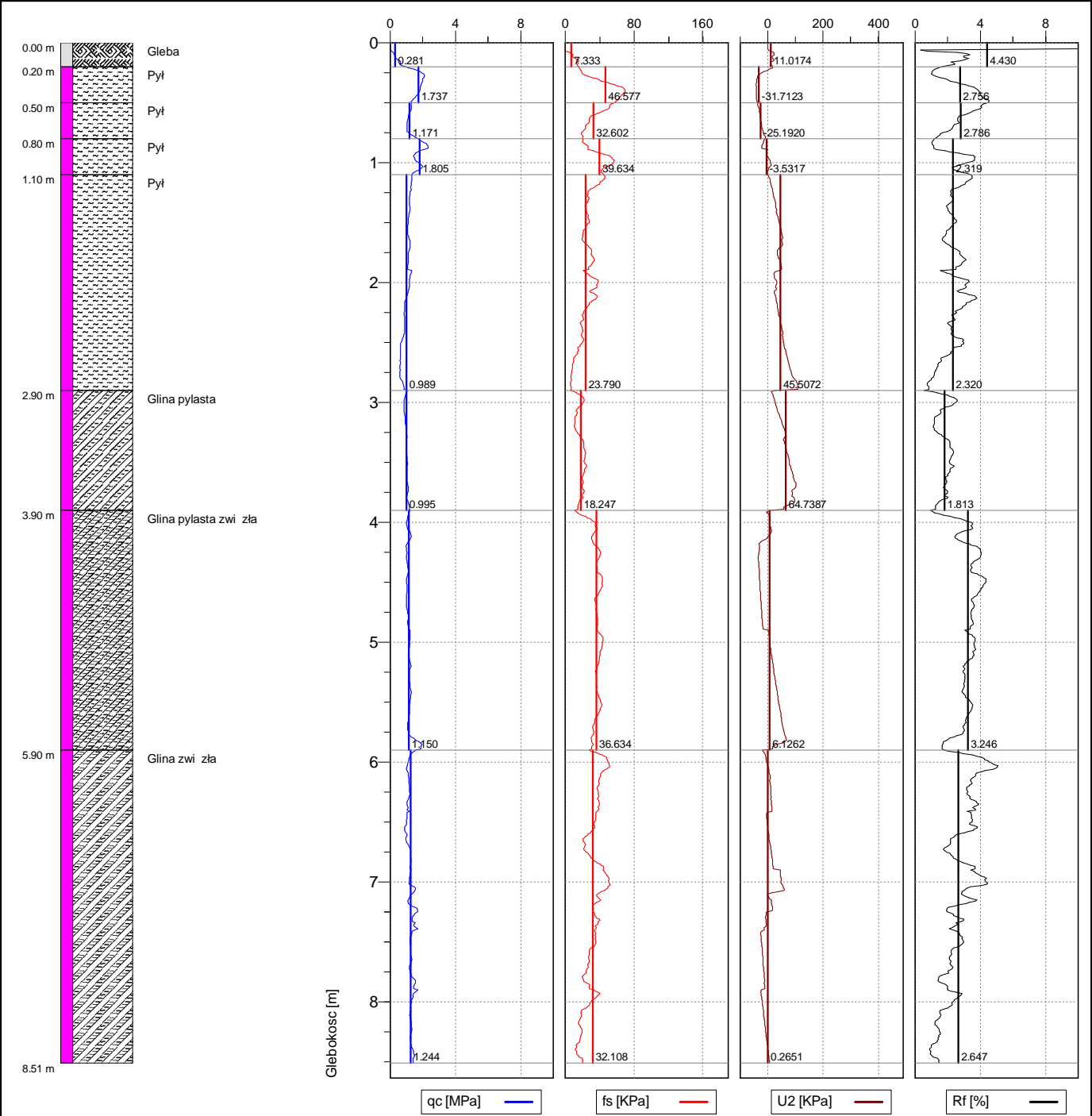
Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu2	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Strona 3/3	
Lokalizacja		ZaŁ.nr	
Inwestor		Współrz dne X=5520479.49, Y=7587889.55, H=262.11	



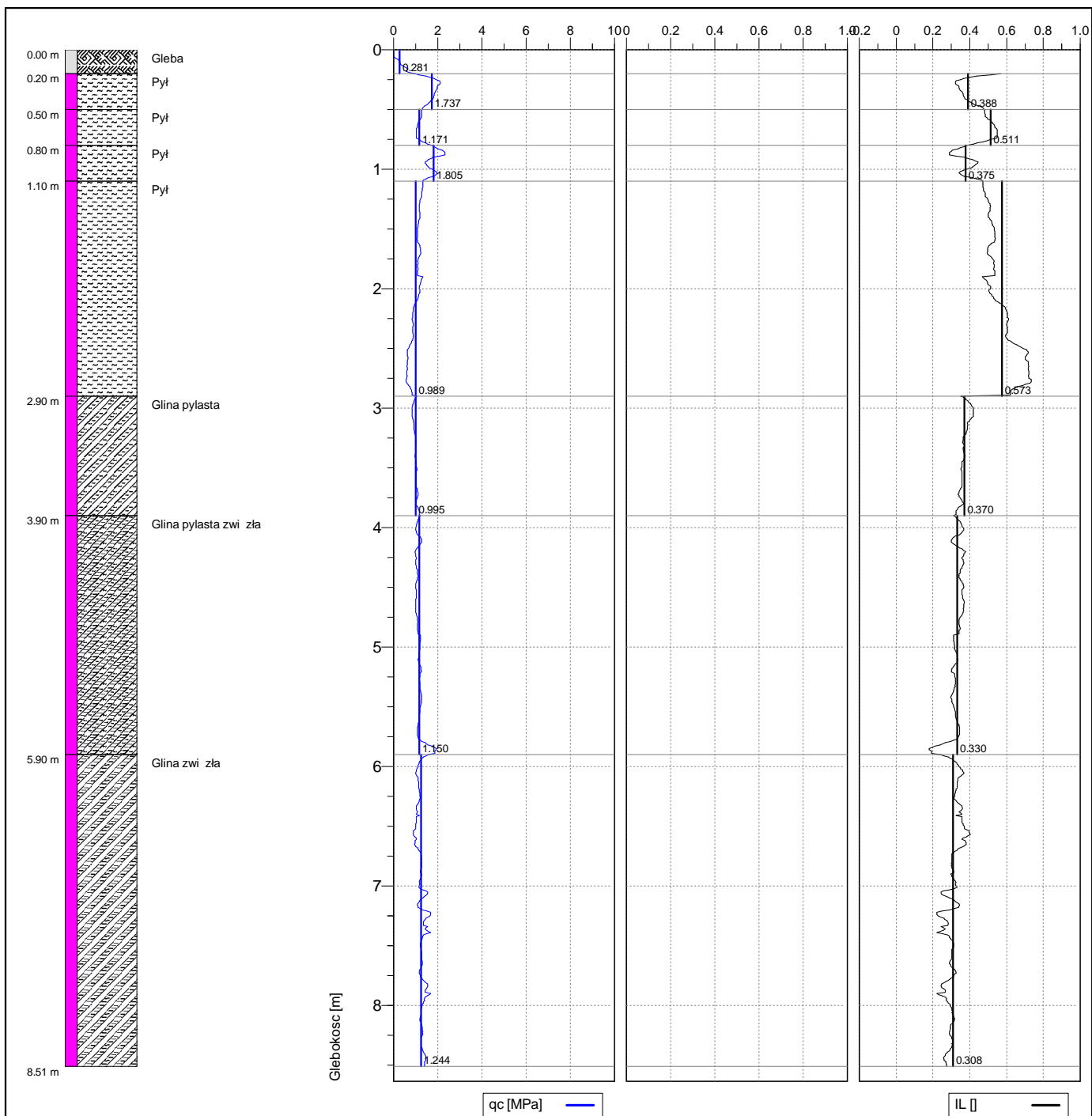


Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu3	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 2/3
Lokalizacja		Współrz dne X=5520452.02, Y=7587880.87, H=264.05	Zał.nr

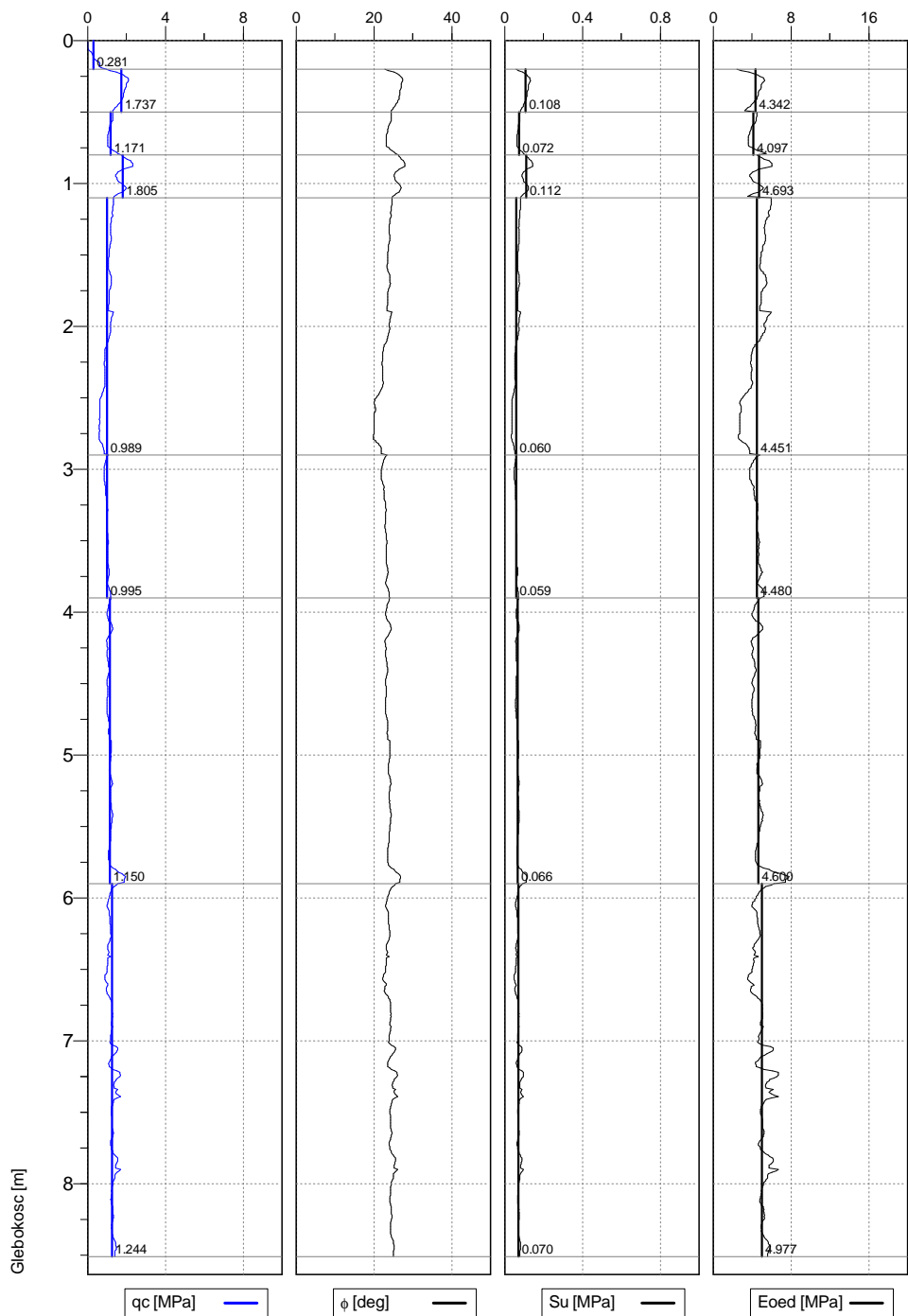
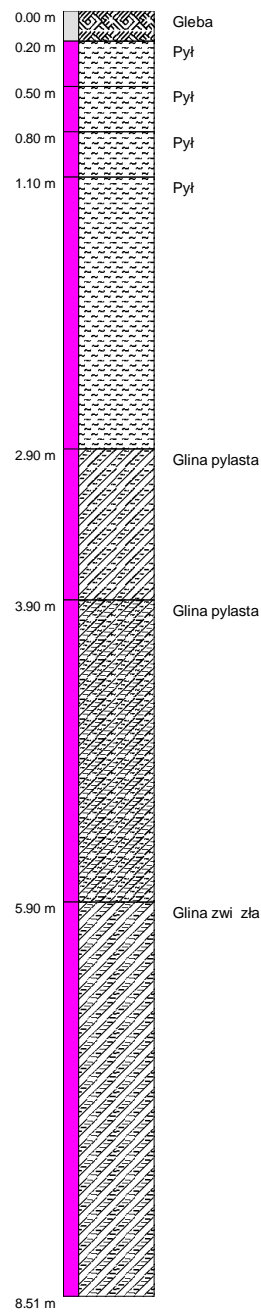




Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu4	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 1/3
Lokalizacja		Współrz dne X=5520454.50, Y=7587910.35, H=262.17	Zał.nr



Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu4	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 2/3
Lokalizacja		Współrz dne X=5520454.50, Y=7587910.35, H=262.17	Zał.nr



Wyniki sondowania statycznego CPTU		Numer testu CPTu4	Nr sto ka P-C 001297
Obiekt		Data 2025-04-01	Skala 1 : 50
Wykonawca DRIMGEO		Inwestor	Strona 3/3
Lokalizacja		Współrz dne X=5520454.50, Y=7587910.35, H=262.17	Zał.nr